إعادة فتح ملف :

حسن يوسف الموسى

الفراغ والزمن آينشتين

محمود على ندا





حسن يوسف الموسى



« شــكر و عرفــان »

هذا الكتاب على صورته الحالية نتيجة للجهد الصادق و العناية الفائقة التى أظهرها كل من :

السيد / حســن زكريــا فليفل ، و لقـد تحمل مـشـقـة مـهـمـة تنقيــح وتصحيح الكتاب لغويا ، فاسـتهوته مادتــه العلميــة ونالت اهتمامه ، و لا أنكــر فضــل مجهــوده المضنى فى تكرار تعديل و إعادة الصياغة اللغوية لبعض جمل الكتاب حرصًـا على ضمان سلامة ووضوح و حســن ترجمتهــا للمادة العلمية ٠

السيد / يســرى محمد عبد الله محمد ، ولقد وكلت اليه مهمة النشر ، فكان ممن أحسـنوا الحسـنى و زيــادة ، و كان لأمانتــه و صدقــه و حرصــه قد استطاع أن ينجز عمله بدقة و إتقان و معدلات قياسية بكافة المعايير ، و تم لــه ذلك بتعاون صادق من كافــة العاملين تحت امرتــه ، و أخص بالذكر :

السيد / إبراهيم مـحـمـد أبو زيــد ، فلقـد استطاع بكفاءة و اقـتـدار التغلب على مشكلة كتابة المعادلات الرياضية بلغتها الأجنبية ، و كان ذلك بامكانيات أقل من أن تكون متواضعة ، كذلك أخص بالشــكر :

السيد / عصام الدين إبراهيم محمد ، فلقد كان لوافر مجهوده و اهتمامه فى التنســق بين مراحل العمل ـ سواء مســودات الكتاب أو مراجعته أو طباعته ، بالإضافة إلى مجهوده الواضح فى تنفيذ تصميم الغلاف ـ ما لا يكفيه الشــكر ، فلذلك وجب لهم منى الشــكر و العرفــان ،

محمــود نـــدا



المحتـــويات

الصفحة

الفصل الثانى : « النظرية النسبية الخاصة » من منطلقات ميكانيكية

الفصل الثالث : المقارنة و الاختيار

الملاحـق :



- حيثيات فتح الملف
- تنويه
- تقديم
- مقدمة

حيثيات فتح الملف :

الغرض من فتح الملف هو تقديم « النظرية النسبية الخاصة » على أنها نظرية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » ، و اعادة تقييم موضوعى لمبررات قيامها ٠

قُدمت « النظرية النسبية الخاصة » على أنها مُحررة علم الطبيعة النظرى من خرافة فكرة الإثير « الوسط الساحر » حامل الموجات الكهرومغناطيسية ، و على أنها مُقننة مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » . إن الخواص المتضاربة التى أصبغت على هذا الوسط : « الإثير » كانت بنفسها كفيلة بهدم هذه الفكرة ، أما فيما يخص تقنينها لمبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » فإن الأمر جد مختلف ٠

إن اشتقاق « علاقات لورانتز التحويلية » مبنى على معالجة « نقطة هندسية » ؛ حيث معادلة السرعة تعطى بالعلاقة التقليدية :

$$u = \frac{dx}{dt} \quad ;$$

و بعد ذلك تم تطبيق تلك التحويلات على « كم » الضوء ، حيث تطبيق العلاقة السيادية :

$$c = \nu\lambda \cdot$$

كلنا نعرف منزلة « تحويلات لورانتز » فى « النسبية الخاصة » ، وكذلك منزلة « تجربة ميكلسون و مورلى » : « تحويلات لورانتز » مبنية على معالجة « نقطة هندسية » ، و قياسات « تجربة ميكلسون و مورلى » مبنية نظريًا على إزاحة موجة الضوء ٠

إن نظرية موجية انتشار الضوء هيمنت على الفكر العلمى خلال القرن التاسع عشر بطوله ، ابتداء من عمل « ينج » ـ و وجدت فى فكرة الإثير سندًا و مرتعًا لها ـ حتى بداية القرن العشرين حيث حقيقة « قصور الطاقة »، فتم معالجة « كم » الضوء من خلال « تحويلات لورانتز » ، فكانت نقطة الربط النشاز التى عُولجت بفرضية أن « الكتلة الطبيعية » ـ الكتلة الساكنة ـ لـ « كم » الضوء تساوى صفرًا لتفسير وصول الضوء لسرعته . إن هذه المعالجة تحسب على النظرية ، بعكس ما يتم تقديمها على أنها لحسابها ، إننا نفهمها على أنها تجسيد اللاشىء : إنها محاولة تلفيقية لربط الكتلة بالطاقة ، إن « كم » الضوء طاقة صافية غير محمولة على « كتلة طبيعية » ؛ فتكون حركته خاضعة لتردد طاقته ؛ و بذلك تكون الدعوة صريحة لـ « مبدأ دوبلر » المؤهل لمعالجة الطاقة و ترددها ٠

إن « النظرية النسبية الخاصة » قد طبقت مفهوم « مبدأ نسبية » الحقائق الطبيعية على فكرة « الآنية » و افترضت نسبيتها ؛ فكما نقول : إن الحركة نسبية ؛ فإن « النظرية النسبية الخاصة » تنص على أن : « الآنية » أيضًا نسبية ٠

إن « النظرية النسبية الخاصة » مدججة بسلاحها : « تحويلات لورانتز » ـ المتضمنة فى فرضياتها « نسبية الآنية » ـ قد استوعبت بنجاح رياضى ساحق مدهش مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » للجسيم المادى المتحرك ؛ فالصقت طاقة حركته متمركزة بكتلته الطبيعية . و بطبيعة الحال إن اختبارها بخصوص ثبات سرعة الضوء هو تحصيل حاصل حيث أن هذه إحدى الفرضيات التى قامت عليها هذه التحويلات . لقد توافقت و تناغمت الحقائق : فها هى « نسبية الآنية » ، الغير متعارضة مع « مبدأ النسبية » ، و ها هى سرعة الضوء « سيادية » على جميع هياكل الرصد ، و بينهما يسكن « مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة » : إنها ـ أى « النظرية النسبية الخاصة » ـ نموذج متوافق مع الطبيعة ، فما هى دواعى التفصيل و التلصيق إذاً ! ؟ ... ، أو بعبارة أخرى : ما هى مبررات إعادة فتح الملف ! ؟ .

بناءً على مبدأ « ثبات سرعة الضوء » فإن « كم » الطاقة ليس لديه هيكل رصد طبيعى ـ أى هيكل يكون فيه هذا « الكم » ساكناً ـ بعكس الجسيم المادى ، الذى يجد دائماً هيكل رصد طبيعياً له ، أقصى مايمكننا هو : تحديد هيكل يكون فيه « مصدر الكم » ساكناً ، أليس فى ذلك مايؤكد الاختلاف بين انتقال الكتلة و انتشار الطاقة ! ؟ ، أليس فى ذلك حيود الكتلة و الطاقة عن تكافئهما ! ؟ .

لنفرض أن « كم » طاقة مقداره « ζ » و جسيم مادى طاقته « E » : كلٌ مُقاس بالنسبة للراصد [S] ؛ فحسب فرضية بلانك فإن :

$$\zeta = h\,\nu_o,$$

حيث " ν_o " هى التردد الطبيعى لشعاع الطاقة و " h " ثابت بلانك ؛

و حسب مبدأ « قصور الطاقة » فإن :

$$E = c^2 m_o ,$$

حيث "m_o" هى الكتلة الطبيعية للجسيم ، و " c " ثابت سـرعة الضوء .
و بالرجـوع إلى « النظرية النسبية الخاصة » فانتقـالنا إلـى المرصــد [S*] (المرصد المتحرك ، عرضياً على إتجاه حركة شعاع الضوء ، بسرعة " v^* " بالنسبة للراصد [S]) ؛ فإن طاقة «كم » الضـوء هى " ζ^* " ، و طاقة الجسيم هى " E^* "مرصودة بالنسبة للمرصد [S*] تكتبا على الصورة :

$$\zeta^* = h \nu^*,$$

$$E^* = c^2 m^*,$$

و طبقاً لقواعد حسابات « النظرية النسبية الخاصة » فإن :

$$\nu^* = \nu_o \sqrt{1 - \frac{v^{*2}}{c^2}}$$

و كذلك فإن :

$$m^* = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{v^{*2}}{c^2}}}$$

أليس فى ذلك أيضاً حيود الكتلة و الطاقة عن تكافئهما ! ؟ ٠
مع الفارق فى التشبيه : الكتلة الثلجية هى ماء ، و بخارها هو ماء ، فهل هذا يُخول لنا إرساء تكافؤ كتلة الثلج ببخارها ، ليشمل التكافؤ انتقال

كتلة الثلج بانتشار بخار الماء ! ؟ . إن تعريف الكتلة الطبيعية الساكنة على أنها طاقة مجمدة قد شجعنا على سياقة هذا المثل التشبيهى ٠

لقد ضُرب عرض الحائط بكل المعطيات المؤيدة للطبيعة الموجية للمادة ، تلك المعطيات التى تأسست عليها « نظرية ميكانيكا الكم » ٠

إن إزاحة الألوان فى الضوء ـ من مفهوم « مبدأ النسبية » ـ حقيقة لامظهرية فيها ، و « مبدأ دوبلر » لإزاحة الألوان مؤهل نظرياً و عملياً للتعامل مع « السرعة النسبية » بعكس مبدأ « ثبات سرعة الضوء » فهو بمعناه و نصه يقدم وثيقة فشله بخصوص قياس « السرعة النسبية » بين هياكل الرصد الحرة ، فأين مكانة « مبدأ دوبلر » من « النظرية النسبية الخاصة » ! ؟ ٠

إن الطريق إلى حقيقة « ثبات انتشار الطاقة » يمر خلال « تأثير دوبلر » ! ...

لقد اتخذت « النسبية الخاصة » من « قوانين ماكسويل » معياراً لصدق « تحويلات لورانتز » ، و لكن حقيقة اختلاف سرعة ألوان الضوء فى الوسط المادى الواحد ، يوهن من تلك القوانين و يضعها فى مأزق مع الطبيعة ، ألا ينعكس ذلك على مصداقية تلك التحويلات المعبرة عن إيجابية « الفراغ ـ الزمن » ؟ ، بل ويؤدى بنا إلى طرح سؤال صريح واضح مباشر : هل عُرف الضوء : ماهيته و انتشاره ؟ ، حتى يُتخذ منه مدخلا لصياغة « نظرية » فى حجم نظرية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » ٠

بمفهوم « مبدأ النسبية » (حقيقة تكافؤ هياكل الرصد) ؛ فإن « مبدأ دوبلر » (حقيقة إزاحة مستويات الطاقة) ، لهو بيان من الطبيعة لإظهار « إيجابية المادة » من خلال استجابة ترددها للحركة النسبية . و بنفس المفهوم ، فإن إزاحة قصور طاقة الحركة الناشئ عن « مبدأ قصور الطاقة » ، لهو أيضاً بيان من الطبيعة لإيجابية المادة للحركة النسبية .

منطقياً ليس هناك « نظرية » تحل محل « النظرية النسبية الخاصة » سوى « النظرية النسبية الجاليلية » ؛ و بذلك فإننا أمام الاختيار الرقيق بين " إيجابية " ، أو " لا إيجابية " الإطار : « الفراغ ـ الزمن » ، و إن إيماننا بأنه ليس هناك فكرتان طبيعيتان ـ مهما كانتا ـ لا يمكن التمييز بينهما قد شجعنا على دراسة حيثيات الاختيار ؛ فهل تم حسم الاختيار ... ليبدأ الحديث عن « الإيجابية العامة » بعد « الإيجابية الخاصة » ؟ ، أم أنه بعد إظهار زيف « الإيجابية العامة » الناتجة عن « الحركة العامة » يصبح ـ مع احتمالات الخلط السابقة ـ من الكياسة و الحيطة إعادة فتح ملف : « الفراغ ـ الزمن » و « آينشتين » .

* * *

تنــويه :

إن استخدام مبــدأ « تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » ـ كمـا ورد فى البند رقم (٣ ـ ٤) من هـذا الكتاب ـ كمـدخل لصـياغة نظـرية « الفراغ ـ الزمن و الجاذبية » ، و صدى ذلك على مقدمة هذا الكتاب فيما يخص تسـمية نظرية الجذب ، قـد تم اسـتخدامه عن عمـل العالم الروسى « ڤ . فوك » ، وكذلك فإن اشتقاق علاقات « مبدأ دوبلر » و بالتحديد من منظور النظرية « النسبية الخاصة » استناداً على « تحويلات لورانتز » ، قد تم اسـتـخدامـها عن عـمل العـالم الألمانى « مـاكس بورن » ؛ أمـا تعليـقنا على استخدام القـصور الكلى لـ « هملتونين الحركة » فى معادلات الموجة لحركة الجسيم فى « نظرية ميكانيكا الكم » ؛ فكان على ما ورد فى كتاب «ميكانيكا الكم» لـ « ليـونارد شـيف » ، و بخـلاف ذلك فمـا ورد فى هذا الكتـاب هو محاولة الكاتب لفهم الطبيعة و مكنوناتها ؛ لذلك وجب التنويه .

* * *



تقـديم :

يُفـهم من عنوان هذا الكتـاب ، أننا نحـاول إعـادة تقـديم « النظـرية النسبية الخاصة » ، و تقييم موضوعى لمبررات قيامها ٠

فى الواقع ، إن « النظرية النسبية الخاصة » هى إعادة لصياغة « النظرية النسبية الجاليلية » ، بهدف استيعاب مبدأ « ثبات سرعة الضوء » ؛ فكانت بإدخال فرضية « نسبية الآنية » لتحل محل الآنية السـيادية المطلقة ؛ لقد تم ذلك من خـلال « تحويلات لورانتز » ، حيث انبثق قـصـور المادة كـخاصيـة كيناماتيكيـة لهذه التـحويلات ؛ فتكون « النسبيـة الخاصة » قد حـررتنا من خرافة فكرة الإثير السـاحر لتلقى بنا فى غياهب متصل « الفـراغ ــ الزمن » الفارض لقـصور المادة المقيد لحركتها المحد من سرعتها . إننا نهدف إلى عقد المقارنة بينها و بين « نسبية جاليليو » ، حيث المادة حرة طليقة مـالكة لزمام أمرها ، و قصورها خاصية ذاتية فيها ٠

ليس هناك نظرية تحـل محــل « النسبية الخـاصة » سوى « النسبيـة الجاليلية » و إنه الاختيار بينهما ، و علينا بيان مدى قدرة الأخيرة ــ كنظرية أصلية ــ على استيعاب و احتواء مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » ٠

إن الدافع إلى عـقد هذه المقارنة ــ بالنسبـة لنا ــ يرجع فى المقام الأول إلى أسباب فلسـفيـة ، فلربما تقودنا المقـارنة بين « فـاعليـة المادة » و « فـاعليـة

الإطار » : « الفراغ ـ الزمن » إلى حقيقة واحدة ! ؛ فيكون تقديم إحداهما إظهاراً للأخرى ·

إننا لن ننساق فى الطريق الذى بدأه صاحب هذه النظرية « الخاصة » ، حيث جرت العادة على تقديمها من منظور خواص المجال الكهرومغناطيسى ، و لكننا سنحاول إعادة صياغتها من منطلق جديد ، بعيداً عن طريقها المألوف ، و بالتأكيد فإن الطريق الجديد فاقد للبريق الذى امتلكته « النظرية النسبية الخاصة » ؛ فصياغتنا تكاد تكون تقليدية ، و قد تُفهم على أنها صياغة معكوسة للنظرية نفسها ، و لا جديد و لا طائل من ورائها ، و هذا صحيح إذا كان مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » هو النتيجة النهائية للنظرية ، فتكون النظرية نفسها مجرد تقنين لهذا المبدأ ، أما بالنسبة لنا ؛ فإن هدفنا هو تحليل فرضية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » : تلك الفرضية التى قامت عليها « النظرية النسبية الخاصة » . إن مبدأ « قصور الطاقة » ـ بالنسبة لنا ـ ليس نتيجة نهائية للنظرية النسبية ؛ فهو مبدأ بدأ يترسب كحقيقة فى الوجدان العلمى فى أواخر القرن التاسع عشر : أى قبل ميلاد « النظرية النسبية الخاصة » ، و قد تم صياغة هذا المبدأ على يد صاحب النظرية نفسه ، بناءً على اعتبارات تقليدية صرفة ، و دون الرجوع إلى أى فرضية من فرضيات نظريته النسبية ·

فكان ذلك المبدأ نقطة انطلاق لنا لإعادة صياغة النظرية ، وكان غرضنا من ذلك أن نمسك بالخيط الرفيع الذى يفصل الدور الذى يلعبه «الفراغ ـ الزمن» عن الدور الذى تلعبه المادة و حركتها ؛ فإن أصابت هذه الصياغة

هدفها فلها حسنتان ، و إن لم تصب هدفاً فإنها ستؤدى إلى فهم واضح و صريح لمكنون « النظرية النسبية الخاصة » على أساس كونها نظرية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » ، و ليتضح لنا أيضاً بجلاء أن « مبدأ النسبية » القائم على سيادية القوانين الطبيعية على مجموعات الرصد القاصرة هو انعكاس مباشر للخواص المنتظمة المستوية لإطار « الفراغ ـ الزمن » ، و أن الهندسة الإقليدية المستوية هى هندسة هذا الإطار ٠

بهذا يكون الكتاب قد حقق ـ على الأقل ـ الهدف من كتابته : كإهداء إلى المكتبة العربية الفقيرة فى هذا الموضوع ٠

قد يكون من مستغرب الحديث القول بأنه يمكن صياغة « النظرية النسبية الخاصة » فى إطار رياضى لا يتجاوز مستوى رياضيات المدارس الثانوية ، بل و بقليل من المجهود يمكن صياغتها فى إطار رياضى أقل من هذا المستوى ، إن قولنا هذا يؤكد أن عمق هذه النظرية لا يكمن فى مستواها الرياضى ـ كما هو شائع عنها ـ بل فى المجهود المضنى لـ« لورانتز » ـ مهندس النظرية ـ و للعبقرية الفذة لصاحبها و قدرته على قراءة أبسط العلاقات الرياضية لاكتشاف أعمق المعانى الطبيعية ، فهكذا كانت عبقريته ، إن هذه القدرة قد ظهرت بوضوح عندما استطاع قراءة معادلات « ماكسويل » للمجال الكهرومغناطيسى ، و افترض سياديتها كقوانين طبيعية على الرغم من أن هذه المعادلات قد تم تأسيسها على خرافة فكرة الإثير ، ثم تأكدت هذه القدرة عندما استطاع قراءة « تحويلات لورانتز » ، و أعطاها مفهومها الطبيعى على

أنها تعبير عن إيجابية خواص « الفراغ ـ الزمن » بصورة ـ يقال إنها ـ لم ترد على خاطر صاحب هذه التحويلات نفسه ، و هكذا كانت عبقريته ٠

لقد وجدنا من المناسب عمل الصياغة الرياضية فى ملاحق منفصلة ، فأدى ذلك إلى التكرار ـ فى بعض المواضع ـ حرصاً منا على وصول الفكرة واضحة بدون الصياغة الرياضية ، و ليس هذا فحسب هو منبع ظهور التكرار ؛ فإن السبب الرئيسى هو : أن ذلك الاختيار الرقيق ـ بين فاعلية « المادة و حركتها » أو فاعلية الإطار الحاوى لها : « الفراغ ـ الزمن » كان محورنا بل مرجعنا فتكرر الحديث عنه على محاور متعددة ، فبرجاء قبول العذر ٠

كما تم ـ فى نهاية الكتاب ـ تقديم ترجمة لمصطلحات استخدمت فى سياق حديثنا ، فيرجى الرجوع إليها ٠

◆ إننا ننصح بقراءة مقدمة هذا الكتاب أولا بطريقة غير متأنية حيث سيرد فيها تعبيرات و مصطلحات لم نتمكن من تجنبها ، و قد تم تعريفها بوضوح فى صلب الكتاب نفسه ، و بعد قراءة الكتاب ، فإننا ننصح بإعادة قراءة المقدمة مرة ثانية ـ بطريقة متأنية فاحصة ـ ففيها ملخص إجمالى لما أردنا إيضاحه ٠

و الله ولى التوفيق ،

سبتمبر ١٩٩٤

مقدمة :

الفراغ و الزمن هما الإطار الحاوى للمادة و حركتها . و الغرض من هذا الكتاب هو دراسة العلاقة بين المادة و الإطار الحاوى لها ، و اظهار : هل هذه العلاقة إيجابية أم علاقة محايدة ؟، بمعنى : هل الفراغ و الزمن لهما تأثير إيجابى على المادة ، أم أن تأثيرهما محايد ؟ ، أى أن الإطار موجود و لكن بدون فاعلية ؛ فتكون المادة حرة طليقة مالكة لزمام أمرها فى ذلك الفراغ اللامحدود ، و هذا الزمن السرمدى ٠

لقد تبنت « النظرية النسبية الخاصة » وجهة النظر المؤيدة لإيجابية الإطار ؛ فتكون هذه النظرية قد حررتنا من فكرة « الإثير الساكن » فى « الفراغ المطلق » لتلقى بنا فى غياهب متصل « الفراغ ـ الزمن » الآسر للمادة المكبل لحريتها الفارض لقصورها الحد لسرعتها ٠

إننا سنقوم بإعادة صياغة هذه النظرية ، بحيث يظهر لنا باستمرار الخيط الرفيع ، الذى يفصل بين إيجابية أو لافاعلية ذلك الإطار الحاوى للمادة و حركتها : « الفراغ ـ الزمن » ٠

و ما تتبعنا لهذا الخيط الرفيع إلا محاولة للتنقيب فى فرضية « لافاعلية الإطار » لإعادة استكشافها ، فإن لم تصب هدفاً ؛ فإننا نكون قد ألقينا الضوء

واضحاً للفهم الصريح لـ « النظرية النسبية الخاصة » : نظرية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » ٠

أطلق اسم « النظرية النسبية الخاصة » على النظرية التى تعنى بدراسة خواص « الفراغ ـ الزمن » نتيجة لتكافؤ ـ أى سيادية ـ القوانين الطبيعية بين مجموعات الرصد الحرة : أى المتحركة فيما بينها بسرعة « خاصة » خطية منتظمة . فى الحقيقة ليس فى هذه النظرية من خصوصية غير التحديد فى حالة الحركة بكونها حركة بسرعة « خاصة » خطية منتظمة . لقد نتج عن دراستها و تحليلها لخواص « الفراغ ـ الزمن » إظهار حقيقة أن : « الفراغ ـ الزمن » الحر ـ أى الخالى من المادة ـ يمتلك خواصاً منتظمة مطابقة تماماً لخواص الهندسة الإقليدية ، أى الهندسة المستوية . لذلك كان الأجدر إظهاراً لهذه الحقيقة الجوهرية تسمية هذه النظرية باسم « نظرية استواء (انتظام) « الفراغ ـ الزمن » تأكيداً للحقيقة النهائية التى تصوغها هذه النظرية ٠

إن تسمية هذه النظرية بـ « النظرية النسبية الخاصة » ـ رجوعاً واستناداً إلى الحركة « الخاصة » بين المراصد الحرة ـ سببت حيرة و سوء فهم للمقصود بالنظرية كلها ، و تعمق و تجسد سوء الفهم هذا عندما تم تعميم هذه النظرية ـ خطأ ـ على يد صاحبها انطلاقاً من تعميم الحركة وصولاً إلى تعميم الخواص الهندسية لـ « الفراغ ـ الزمن » بهدف صياغة « نظرية الجذب » ؛ فكان الخلل المربك فى محاولة تطابق مجال الجذب الصناعى

الناتج عن الحركة « العامة » على مجال الجذب الطبيعى الناتج عن وجود كتلة جاذبة ، و مرة أخرى فإن تسمية « النظرية النسبية العامة » ـ و يعنى بالعمومية فيها ، عمومية حالة الحركة ، بينما المفروض فيها دراسة ظاهرة الجذب كخاصية من خواص « الفراغ ـ الزمن » اللاإقليدية ـ قد أدت هى الأخرى إلى حيرة و ارتباك بل إلى خطأ الفهم لمقصود النظرية نفسها ، وكان الأجدر تسميتها بـ « نظرية الفراغ ـ الزمن و الجاذبية » تأكيداً على أن الجاذبية خاصية لإيجابية « الفراغ ـ الزمن » ·

أما تسمية مبدأ « ثبات سرعة الضوء » و ما تسببه من الحيرة و الإرتباك و كذب الإيحاء و خطأ التوجيه ! ؛ فإنه إذا كان الضوء لوناً واحداً فقط ، فإن ثبات سرعته بين مجموعات الرصد ـ بعصيانه « مبدأ دوبلر » ـ يلزم له سحر ! ، و ليس فقط تحويلات بعنف و ثقل و بريق « تحويلات لورانتز » الشهيرة التى تمس البنية الأساسية لإطار « الفراغ ـ الزمن » ؛ فكان لهذه النظرية المبنية على هذه التحويلات سحر و بريق و لمعان بل و إثارة بين المتخصصين قبل العامة ، و انطلق العنان و بدأ الحديث عن « بُعدٍ » لكون ذات أربعة أبعاد ! ليتناسب مع فصل الإثارة التى تقدمه النظرية ·

أما إذا كان للضوء ألوان مختلفة ـ كما هو فى الواقع ـ فإن ثبات سرعته على حساب لونه يجعل الموقف يفقد بريقه و إثارته و ينفض السامر على المتخصصين لإيجاد حل تقليدى ـ قد يكون متاحاً ـ فى إطار « نسبية جاليليو » للربط بين ثبات سرعة الضوء و لونه ؛ و من ثم فيكون الانتقال من

المنطقة المرئية إلى المنطقة الغير مرئية للضوء ، و يعمم الموقف أكثر لدراسة اختلاف الطاقة و مستوياتها ، تعميماً لاختلاف ألوان الضوء ، و يكون تغيير عنوان مبدأ « ثبات سرعة الضوء » ليصبح مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » أكثر واقعية و تعبيراً و وضوحاً ؛ و يكون دعوة لـ « مبدأ دوبلر » ليأخذ مكانته نظراً لارتباطه بإزاحة ألوان الضوء و تردد طاقته ٠

إن تسمية مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » تحوى تسمية مبدأ « ثبات سرعة الضوء » . و يقصد بها كافة ألوان الضوء ، و بهذا المعنى فقط تُقبل تسمية مبدأ « ثبات سرعة الضوء » على أنها تسمية مختصرة « دلع » للحقيقة المعنى بها هذا المبدأ بالرغم مما تسببه من خطأ التوجيه ٠

يقال دائماً : « الاسم على المسمى » أو : « يعرف الخطاب من عنوانه » فكان الأجدر تسمية مبدأ « ثبات سرعة الضوء » بالتسمية المرادفة الأكثر شمولا: مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » ؛ فعلى الرغم من أن المعنى جوازاً ـ فى النهاية ـ واحد ! ، إلا أن التسمية المرادفة توحى بأن ثبات الانتشار للطاقة يرجع إلى قصورها ؛ فيكون التفسير من منطلقات المادة ، فى حين أن التسمية المختصرة توحى بثبات « السرعة » فيكون توجيه تفسير ثباتها إلى منطلق تعريفها كخارج قسمة فراغ على زمن ٠

إن تسمية مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » تمهد و تسمح بضرب عصفورين بحجر واحد ، أما الحجر فهو : « طريقة عجلة فيزو » لقياس سرعة الضوء ؛ فبواسطتها يمكن قياس سرعة كافة ألوان الضوء الطبيعية ، فتصيب

هدفها الأول و هو : إثبات أن كافة ألوان الضوء الطبيعية ذات سرعة واحدة ثابتة ، إن تعبير : « كافة ألوان الضوء » يعنى كل ألوان الضوء دون استثناء ، و حيث أنه لم يرد إلى علمنا أن هناك تميزاً بين ألوان الضوء الطبيعية ـ ذات المصادر الساكنة ـ و ألوان الضوء الناتجة عن مصادر متحركة ؛ فتكون كلمة « كافة » ـ كما هو مفروض ـ شاملة الاثنين معاً ـ أى كافة الألوان بصرف النظر عن حركة مصادرها ـ فتكون طريقة « عجلة فيزو » بتحقيقها ثبات كافة ألوان الضوء قد أصابت الهدف الثانى تلقائياً ، و أثبتت عملياً و حققت مبدأ : « ثبات انتشار الضوء » بين هياكل الرصد جميعها ـ أى سيادته على هياكل الرصد الحرة كلها ـ ليكون قاعدة صلبة لتأسيس النظرية النسبية بدلا من « تجربة ميكلسون و مورلى » ٠

أما تسمية مبدأ : « تكافؤ الكتلة بالطاقة » ، فإن لدينا عليه تحفظاً ، و نفضل تسميته بمبدأ « قصور الطاقة » فى محاولة لتخفيف ثقل انعكاسات هذا المبدأ ـ الناتجة عن تسميته الأصلية ـ على المفاهيم الطبيعية للمادة و طاقتها ؛ فمن الأهمية بمكان محاولة الاحتفاظ ـ بقدر المستطاع ـ بالطبيعة الازدواجية للمادة و طاقتها ، والفصل بين حركة الكتلة الانتقالية و انتشار الطاقة الموجى . إن مبدأ « قصور الطاقة » يعنى أن للطاقة قصوراً ٠

إن فرضية « نسبية الآنية » قد تم الاستعانة بها لتحقيق التكافؤ (بمعناه و نصه) : تكافؤ من كافة الوجوه بين الكتلة و الطاقة ، و ما يعنينا على وجه الخصوص : التكافؤ فى خاصيتى القصور و الانتقال ، أما بتعديل التسمية إلى مبدأ « قصور الطاقة » فهذا يعنى أن للطاقة قصوراً يكافئ قصور الكتلة دون أن نتعرض لكيفية حركة أى منهما ؛ و بذلك نفسح المجال للتفريق بين انتقال الكتلة و انتشار الطاقة ، و قد يكون لنا فى ذلك غنى عن فرضية « نسبية الآنية » ٠

نعلم أن هناك قاعدتين :

الأولى هى « مابنى على باطل فهو باطل » ،

و الثانية هى « هناك دائماً الشاذ الذى يثبت القاعدة » ٠

و لكن قد يكون فى بناء « قوانين ماكسويل » على زيف فكرة الإثير ما حاد بهذه القوانين عن الحق . لقد تعلق « ماكسويل » بفكرة الإثير هذه بل استهوته و ربط عليها عقيدته العلمية ، و حتى يؤكد وجهة نظره بخصوصها فقد جعل هدف حياته دراسة الخواص الأساسية لهذا الوسط : « الإثير » ، و تأكيداً لعقيدته العلمية بوجود « الإثير » كوسط حامل ، و أن سرعة الضوء منسوبة إلى هذا الوسط ، و محددة بخواصه من « النفاذية و السماحية » ، فقد صرح ، بطريقة لا لبس فيها بإمكانية قياس سرعة الضوء بالنسبة للإثير ! و كان هذا دافع « ميكلسون و مورلى » لإجراء تجربتهما ٠

لقد بنى « ماكسويل » معادلاته المعروفة باسمه للمجال الكهرومغناطيسى علـى فرضية خاطئة هي : وجود «الإثير» ! ، . فجـاءت « النسبية الخاصة » و تخلصـت من فرضـية وجود الإثير « الوسط الساحر الساكن » ، و معها فكرة « الفـراغ النيـوتونى المطلق » ، في حين تمسكت بالقـوانين : قـوانين ماكسويل للمجال الكهرومغناطيسي ، و اعتبرتها قوانـين طبيعيـة سـياديـة لا متغيرة بالنسبة لمجموعات الرصد الحرة ، و الرسالة العلمية التى قدمها صـاحب النظرية عـام ١٩٠٥ عنوانهـا يبين مـدى ارتبـاطهـا بالمجـال الكهرومغناطيسى ٠

إن الانطلاقة الأصلية لـ « النسبية الخاصة » قامت لتفسير النتائج السلبية لـ « تجربة ميكلسون و مورلى » ؛ فتم صياغة مبدأ « ثبات سرعة الضوء » تأسيساً نظرياً على فرضية بقاء معادلات ماكسويل لا متغيرة فى هياكل الرصد القاصرة ؛ فاتُخذ مبدأ « ثبات سرعة الضوء » أساساً لاستنباط « تحويلات لورانتـز » التى تربط إحـداثيـات « الفـراغ و الزمن » بين هيكلين قاصرين ؛ فتم اعتبار إحداثيات « نقطة هندسية » فى هيكل حر للحصول على إحداثيات نفس النقطـة بالنسبة لهيكل حـر آخر ، و بشرط تحقيـق ثبـات سرعة الضـوء لحركة هذه النقطة فى كلا الهـيكلين . و بعـد ذلك تم استدعاء « جسيم مادى » ليحل محل تلك « النقطة الهندسية » خاضعاً لشـروط « تحويلات لورانتز » ، فـأفـصح الجـسيم المادى تلقـائياً عن قـصوره كحتمية لشرط ثبات سرعة الضوء ، و من ثم تم استنباط مبدأ « تكافؤ الكتلة

بالطاقة » ؛ و بذلك فإن قصور المادة ـ من هذا المفهوم ـ هو صدى و انعكاس لخواص « الفراغ ـ الزمن » التى تم تأسيسها على مبدأ «ثبات سرعة الضوء»٠

و على ما تقدم فإن « النسبية الخاصة » بنيت على فرضية إيجابية « الفراغ ـ الزمن »، حيث وجدت فى « تحويلات لورانتز » تعبيراً رياضياً لها٠

إن لُب « النسبية الخاصة » ومحورها الأساسى ـ فى صياغتها الأصلية ـ هو إرجاع القصور إلى فاعلية « الفراغ ـ الزمن » ، و تقنين مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » ٠

إن حقيقة « قصور الطاقة » كانت تحوم محلقة فى الوجدان العلمى من خلال معادلات ماكسويل بالاستنتاج الرياضى النظرى لـ « پوينتنج » عام ١٨٨٤ ، و فى نهاية القرن التاسع عشر تم تحقيقها معملياً من خلال قياس كمية حركة شعاع الضوء : أى قبل ما يزيد على خمسة أعوام كاملة من ميلاد « النسبية الخاصة » ، و كحقيقة مؤكدة فلقد صاغ صاحب النظرية بنفسه و استنبط العلاقة " $E = mc^2$ " المعبرة عن قصور الطاقة ـ بعد أن أرساها « پوانكاريه » الأب الشرعى لـ « النسبية » ـ و بدون الرجوع إلى فرضيات « النظرية النسبية » ، و اعتمد فقط على معطيات تقليدية صرفة ٠

و باختصار : إن الإنجاز النظرى المتميز لـ« النسبية الخاصة » هو تتويجها لـ « قوانين ماكسويل » كقوانين طبيعية سيادية على هياكل الرصد القاصرة تحت تأثير « تحويلات لورانتز »، مؤكدة بذلك خضوع تلك القوانين لـ « مبدأ

النسبية » ، فتحقق تلقائياً فى ذات الوقت سيادية سرعة الضوء ، و اعتُمدت « تحويلات لورانتز » على أنها التحويلات الطبيعية بين هياكل الرصد مترجمة لإيجابية إطار « الفراغ ـ الزمن » ، و نتيجة لهذه التحويلات تم تقنين مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » ؛ فأدى إلى تقنين تكافؤ الفراغ بالزمن إيذاناً بميلاد ما سمى بمتصل « الفراغ ـ الزمن » ذى الأربعة أبعاد ، و صارت سيادية القوانين الطبيعية تحت تأثير « تحويلات لورانتز » شرطاً ملزماً لصحتها كقوانين طبيعية متوافقة و متطابقة مع الطبيعة ، و هكذا استُكملت العقيدة العلمية لـ« النسبية الخاصة » : نظرية إيجابية « الفراغ ـ الزمن» ٠

إن الادعاء بأن النتائج السلبية لـ « تجربة ميكلسون و مورلى » تؤدى إلى إثبات مبدأ « ثبات سرعة الضوء » لهو ادعاء ينقصه الدقة ، حيث يمكن إظهار أن النتائج السلبية يمكن تفسيرها بافتراض أن التردد الطبيعى للضوء ـ خضوعاً لمبدأ النسبية ـ ثابت فى أى هيكل رصد طبيعى كل على حده ، و ليس بصورة سيادية مطلقة ، بالاضافة ـ بطبيعة الحال ـ إلى الفرضية البديهية بأن تردد شعاع الضوء لا يتأثر بالانعكاس ٠

و بعبارة موجزة : إن « تجربة ميكلسون و مورلى » ليست إثباتاً لـ « مبدأ ثبات سرعة الضوء » ، إنها إثبات لـ « مبدأ النسبية » ؛ لأن عدم إمكانية قياس السرعة المطلقة هى تحقيق لـ « مبدأ التكافؤ الكونى » ٠

و نظرياً تم تأسيس مبدأ « ثبات سرعة الضوء » على فرضية سيادية قوانين المجال لماكسويل التى تم تأسيسها على ضلال فكرة الإثير « الوسط

الخرافى السحرى » و ما يمتلكه من خواص تجريدية مثل : « النفاذية و السماحية » ، ألم تر كيف تم بدلالة هذه الخواص التجريدية صياغة و تحديد العلاقة الرياضية لسرعة الضوء ! ؟ ، و ألم تر كيف أن اختلاف سرعة ألوان الضوء فى الوسط المادى الواحد يكشف ركاكة و قصور ترجمة قوانين ماكسويل لطبيعة المجال الكهرومغناطيسى ! ؟ ، و مع ذلك اتَخذت « النسبية الخاصة » تلك المعطيات مدخلا لها ، و بعيداً عن مواطن الشك و الريبة هذه؛ فسنتخذ طريقاً آخر لصياغة هذه النظرية ، و ليس هذا فحسب هو الدافع للبحث عن طريق آخر بل دافعنا يرجع ـ فى المقام الأول ـ لسبب منطقى : فكون « النظرية النسبية الخاصة » : نظرية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » هى نظرية أساس ، فحكر صياغتها على خواص و قوانين المجال الكهرومغناطيسى فقط أمرٌ لا يستقيم عليه المنطق ٠

إن الادعاء بأن نتائج القوانين الميكانيكية النيوتونية هى نتائج تقريبية للقوانين النسبية هو ادعاء ينقصه الدقة ، و به من الإجحاف ما لا يخفى على الدارس الفاحص ؛ فإذا أردنا الدقة قلنا : إن تطبيق قوانين نيوتن قد تم فى غياب حقيقة « قصور الطاقة » ؛ فحيود نتائجها يكون بمقدار قصور الطاقة (أى مقدار الطاقة مقسوم على مربع سرعة الضوء) ، أى أن الخلل ليس فى القوانين النيوتونية . و إذا ابتغينا الإنصاف ؛ فعلينا إعادة القوانين الميكانيكية النيوتونية إلى صدارة مكانتها كقوانين طبيعية من الطراز الأول ؛ فهى متناغمة متوافقة و متآلفة مع « مبدأ النسبية » :

فها هو قانونها الأول يعبر عن انتظام إطار : « الفراغ ـ الزمن » مؤكداً و معبراً عن « مبدأ النسبية » فى هياكل الرصد القاصرة جميعها ،

أما الصيغة الرياضية لقانونها الثانى فبحقيقة كونه مشتقة تفاضلية زمنية من الدرجة الثانية فهو بذلك يعبر رياضياً عن « مبدأ النسبية » محققاً سياديته على جميع هياكل الرصد الحرة ،

أما قانونها الثالث ففيه من البداهة مايغنى عن التعريف :

إنها قوانين حق سواء من مفهوم « نسبية جاليليو » ، أو النسبية القائمة على « تحويلات لورانتز » ، و هذا هو عين تفوقها ؛ فلتعد إلى صدارتها بين القوانين الطبيعية ٠

لكل هذه الأسباب ـ سنتخذ طريقاً آخر لصياغة هذه النظرية ـ سنتخذ من القصور : صمد الظواهر الطبيعية ، و من مبدأ « قصور الطاقة » مدخلا، فمن منظور المفاهيم الأساسية للميكانيكا النيوتونية ، و باعتبار مبدأ « قصور الطاقة » فى تطبيق قانون نيوتن الثانى ، و تحليل النتائج المترتبة عليه من خلال « مبدأ النسبية » مع التمسك بقانون بقاء حركة مركز ثقل القصور ، و إغفال الطبيعة الموجبة لانتشار الطاقة تتأكد حتمية « ثبات سرعة الضوء » ، و لا عجب فإن مبدأ « ثبات سرعة الضوء » ، و مبدأ « قصور الطاقة » : وجهان لحقيقة واحدة !. لقد تم لنا ذلك باعتبار أن طاقة حركة الجسيم صورة من صور الطاقة فلها قصور ؛ فأصبح حتماً لإعادة استخدام القانون الثانى لنيوتن أخذ هذه الحقيقة فى الاعتبار ـ أى اعتبار زيادة القصور مع زيادة

الحركة ـ و هذه هى بالتحديد نقطة انطلاقنا التى أغفلها نيوتن ـ و كان ذلك تحت ضغط مسلمات عصره ـ فعندما أجرى نيوتن التكامل للحصول على « طاقة حركة الجسيم » ؛ فبإيحاء من قانون « بقاء المادة » المعمول به فى علم الكيمياء ـ فى ذلك الوقت ـ تم اعتماد ثبات الكتلة مع الحركة ، و كان ذلك أيضاً تحت إغراء التسهيلات الرياضية التى تمنحها هذه الفرضية (كإمكانية إخراج الكتلة من تحت علامة التفاضل و التكامل باعتبارها كمية ثابتة) و لكن تبقى حقيقة : إن القانون الثانى لنيوتن قد افترض فى نصه الأصلى احتمالية التغير فى الكتلة. لقد كانت هفوة نيوتن تأكيداً لمقولة: « لكل حصان كبوة و لكل عالم هفوة » . و لسوف يتضح لنا مدى عمق إعادة الاستخدام لحقيقة « قصور الطاقة » فى تطبيق قانون نيوتن الثانى و انعكاساتها لتصل بنا إلى الخيط الرفيع الذى يفصل بين إيجابية أو لافاعلية الإطار الحاوى للمادة و حركتها : فإما فرضية « نسبية الآنية » وصولا إلى « نسبية آينشتين » ، و إما إعادة صياغة تعريف فكرة الجسيم المادى و انتشار طاقته شاملة فرضية « نسبية تردد الطاقة » : التغيير فى التردد الناتج من التغيير فى قصور الطاقة نتيجة للحركة النسبية بين هياكل الرصد ·

و ليس معنى ذلك انتكاسة أو عودة إلى ما أطلق عليه « الفراغ النيوتونى الساكن المطلق » فهذه الصورة للفراغ قد انهارت و سقطت لنفس أسباب انهيار و سقوط فكرة « الإثير » : إنها عودة إلى « نسبية جاليليو » ، و معها « مجموعات الرصد القاصرة الطبيعية » المبنية على مبدأ

« التكافؤ الكونى » ، بعيداً عن ذلك « الفراغ النيوتونى المطلق الساكن » ، أما بخصوص إعادة صياغة فكرة الجسيم المادى ، و انتشار طاقته الحركية باعتبار الطبيعة الازدواجية للمادة ؛ فلقد بدأت فعلا من منطلقات أخرى ، و تم تقنينها فى « نظرية ميكانيكا الكم » .

إن قوانين « نظرية ميكانيكا الكم » قوانين سيادية شأنها فى ذلك شأن القوانين النيوتونية سواء من مفهوم « نسبية جاليليو » أو مفهوم « النسبية الخاصة » ، أما اعتبار الطاقة الكلية شاملة طاقة القصور مع طاقة الحركة فى صياغة « هملتونين » معادلة الموجة للجسيم الحر فى « نظرية ميكانيكا الكم » فهذا لايعنى تطبيقاً فى إطار « النسبية الخاصة » بل فى إطار « نسبية جاليليو » ؛ و لاتزال فرضية « نسبية الآنية » و مدى الحاجة إليها لتأسيس سيادية القوانين الطبيعية هى مربط الفرس .

إن النتائج الإيجابية لـ « تجربة ميكلسون و مورلى » هى التحقيق العملى التجريبى لـ « مبدأ النسبية » . لقد أخرجت هذه التجربة « مبدأ النسبية » من حيز الترف الفلسفى إلى حيز الواقع التجريبى ، لقد تحقق عملياً بالتجربة ، أن السرعة المطلقة لا معنى لها و لا وجود : حيث لا مرجع لها ، و بالتالى ـ بديهياً ـ لا يمكن قياسها ـ بأى وسيلة ـ بما فى ذلك استخدام الضوء لهذا الغرض .

إن نتائج « تجربة ميكلسون و مورلى » هى تحقيق لـ «مبدأ النسبية » و ليس إثباتاً لـ « مبدأ ثبات سرعة الضوء » .

إن مبدأ « ثبات سرعة الضوء » ـ بمعناه و نصه ـ يقدم وثيقة فشله على المستوى النظرى عند استخدامه لقياس السرعة النسبية ! ناهيك عن السرعة المطلقة ! ؛ فإذا كانت سرعة الضوء بالنسبة لهيكل رصد حر هى نفسها ـ أى ثابتة ـ بالنسبة لهيكل رصد حر آخر ؛ فكيف يمكن نظريًا استخدامها لإيجاد قيمة السرعة النسبية بينهما ! ؟ . إن مبدأ « ثبات سرعة الضوء » يجد تحقيقًا عمليًا له ـ بصورة مباشرة ـ فى ثبات سرعة كافة ألوان الضوء الطبيعية ، و ليس لنا أو للنسبية من حاجة لمبدأ بثقل قيود مبدأ « ثبات سرعة الضوء » لتفسير نتائج « تجربة ميكلسون و مورلى » .

إن ثبات سرعة الضوء بكافة ألوانه فى هيكل رصد طبيعى واحد يمكننا من تأسيس مبدأ « ثبات سرعة الضوء » على حساب لونه بين هياكل الرصد الحرة جميعها ، و بعبارة أخرى : إن ثبات سرعة الضوء يرجع إلى نسبية طاقته ، أليس فى ذلك أيضًا ما يمكننا من إقرار أن ثبات سرعة الضوء على حساب لونه يمكن رده إلى فرضية « نسبية تردد الطاقة » خضوعًا للآنية المطلقة ، أى فى إطار « فراغ ـ زمن » جاليلى محايد ، و يكون فى هذا ما يغنينا عن اللجوء إلى فرضية « نسبية الآنية » ؟ .

إن الطاقة تتناسب مع ترددها ، و الحركة نسبية ؛ فالطاقة أيضًا نسبية ؛ و من ثم فإن فرضية « نسبية تردد الطاقة » : الاختلاف فى تردد الطاقة الناتج عن حقيقة نسبية قصورها : حقيقة من حقائق « النسبية » .

إن « تأثير دوبلر » هو : إزاحة ألوان الضوء نتيجة للحركة النسبية بين المصدر و ملاحظه و يطلق عليه عادةً « ظاهرة دوبلر » ؛ و لقد امتد فساد تأثير فكرة الإثير ليشمل هذه الظاهرة أيضاً ليسمح للحديث فيها عن الجزء الحقيقي و الجزء الظاهرى لهذا التأثير ، و نلخص : لقد فقدت الحركة المطلقة معناها و حقيقتها و أصبحت الحركة النسبية هى يقين و حقيقة لا مظهرية فيها ، و تأكيداً لهذا الواقع يفضل تسميته بـ « مبدأ دوبلر » :

إنه إزاحة مستوى الطاقة نتيجة للحركة النسبية : إنه حقيقة استجابة المادة للحركة النسبية : إنه حقيقة « نسبية تردد الطاقة » : إنه حقيقة إيجابية المادة : إنه خطاب من الطبيعة مضمونه : إيجابية (استجابة) المادة للحركة النسبية ٠

و بعبارة أخرى ، إن « مبدأ دوبلر » ببساطة شديدة : هو التعبير عن حقيقة الاختلاف فى التردد الناتج عن الحركة النسبية بين المصدر و الملاحظ ؛ إن الحديث عن التردد الظاهرى و التردد الحقيقى فى « ظاهرة دوبلر » ينم عن ضعف الإيمان بعقيدة النسبية و خلل و ركاكة فى فهمها . إن « مبدأ النسبية » قائم أساساً على أن الحركة النسبية هى الحقيقة و اليقين القائم بين هياكل الرصد الحرة ؛ فيكون الاختلاف فى التردد نتيجة للحركة النسبية بينهم أيضاً يقيناً لا مظهرية فيه : إنه تعبير عن حقيقة لأن الحركة النسبية حقيقية ٠

و قبل أن نسترسل فلنا وقفة هنا : من الدراسة التقليدية للحركة التوافقية البسيطة يتضح أن التردد يعتمد على كتلة المتردد (أى على

قصوره) ، بحيث إذا زادت كتلة المتردد قل تردده ، هذه حقيقة من حقائق الحركة التوافقية التقليدية ، فإذا اعتبرنا مبدأ « قصور الطاقة » ؛ فيجب اعتبار زيادة القصور الناتج عن الحركة ، و هذا بالتبعية يؤثر أيضاً على التردد فى الحركة التوافقية ، و عليه يجب إعادة صياغة العلاقة بين التردد وكتلة المتردد (قصوره الكلى) فى الهيكل الطبيعى لحركته التوافقية ـ أى الهيكل الساكن فيه مركز هذه الحركة التوافقية ـ و من باب أولى فإن زيادة قصور المتردد مرصوداً من أى هيكل آخر ـ غير هيكله الطبيعى ـ يؤثر على تردد الحركة التوافقية مرصودة من هذا الهيكل ؛ و بذلك فإن « تأثير دوبلر » يشمل أيضاً هذا التأثير : أى التغير فى التردد الناتج عن التغير فى القصور نتيجة للحركة النسبية بين هياكل الرصد ، و هذه هى بالتحديد فرضية « نسبية تردد الطاقة » .

لقد فرغنا تواً من الحديث عن تأثيرين مختلفين يؤديان إلى اختلاف فى التردد نتيجة للحركة النسبية بين الهياكل :

الأول : تأثير كيناماتيكا الحركة ،

الثانى : التغير فى القصور نتيجة للحركة ؛

فإذا كان التأثير الثانى يعتمد على قيمة الحركة فقط دون اتجاهها (أى على مربع قيمة السرعة) فإن تأثير الحركة يشمل التأثيرين معاً ؛ لأنه لا توجد حركة دون اتجاه ، و يصبح الحديث عن « تأثير دوبلر » شاملا التأثيرين معاً دونما تمييز أو تفريق ؛ من هذا المنطق فقط يمكننا الحديث عن « تأثير دوبلر العرضى » أى : التغير فى التردد الناتج عن الحركة دون اعتبار لاتجاهها .

و تلخيصاً : بفرض التغير فى التردد نتيجة للتغير فى القصور الناتج عن التغير فى الحركة ؛ فإذا كان المصدر و الملاحظ مبتعدين عن بعضهما ينخفض التردد ليضاف إلى ذلك التغير الناتج عن التغير فى القصور ، أما إذا كان المصدر و الملاحظ مقتربين من بعضهما يزداد التردد ليضاف إلى ذلك التغير الناتج عن التغير فى القصور ، من هذا يتضح أهمية الدور الذى يلعبه « تأثير دوبلر » لتثبيت انتشار الطاقة بالتعاون مع قصورها ، و يظهر ـ فى نفس الوقت ـ الدور الذى يلعبه كساتر أيضاً لحقيقة التغيير فى قصور الطاقة نتيجة للحركة بعد ما عرفنا ما لقصور الطاقة من انعكاسات جوهرية لمكنون الطبيعة ، و الدور الذى تلعبه الطاقة و انتشارها فى تحديد « فاعلية» أو " لافاعلية " إطار « الفراغ ـ الزمن » ·

نعم العبرة بالنتائج ، و نتائج التجارب التى اتخذت لتأييد فرضيات « النظرية النسبية الخاصة » : نظرية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » تنحصر فى :

١ ـ فيما يخص تساوى الطاقة بالكتلة : إن النتائج توافقت مع توقعات النظرية ، و أكدت تساوى الطاقة بالكتلة ، و لكن هذة الحقيقة قد أمكن إرساؤها دون الرجوع إلى فرضيات إيجابية « الفراغ ـ الزمن » ؛

٢ ـ فيما يخص تباطؤ التردد : يقال إن النتائج توافقت مع استنتاجات النظرية و تأكدت من خلال « تأثير دوبلر العرضى » ، و لكن هذا التأثير أيضاً متوقع كنتيجة لحقيقة قصور الطاقة و التى تم إرساؤها ـ كما سبق الإشارة ـ دون الرجوع إلى فرضية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » ؛

و عليه فإن نتائج تلك التجارب المشـار إليها يمكن تفسـيرها دون اللجوء إلى فرضيات « النسبية الخاصة » ؛ فتصبح تلك النتائج تحت أفضل الاحتمالات لازمة و لكنها ليست كافية كإثبات لفرضية إيجابية إطار « الفراغ ـ الزمن » ٠

لانريد القول أو الادعاء بأن فرضية إيجابية إطار « الفراغ ـ الزمن » هى عنصر ضعف فى « النظرية النسبية الخاصة » ؛ بل قد تكون مصدر قوتها كمحاولة لفهم حقيقة الكون ؛ فعلى سبيل المثال ، و على الرغم من أننا لن ندخل فى هذا الكتاب ـ إلا لمساً ـ فى « نظرية الجذب » إلا أننا نوجز : أن هذه النظرية قائمة على أساس أن الخواص اللاإقليدية لـ « الفراغ ـ الزمن » تظهر كجاذبية فى الطبيعة محققة بذلك إيجابية الإطار الحاوى للمادة . دعنا نلخص الأمر من مفهوم إيجابية « الفراغ ـ الزمن » : لقد حددت خواص « الفراغ ـ الزمن » قصور المادة ، و ظهرت تلك الخواص فى الطبيعة كجاذبية : أى أن القصور و الجاذبية وجهان لعملة واحدة هى إيجابية « الفراغ ـ الزمن » ؛ و بذلك يجد مبدأ « تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » مستقراً له فى الطبيعة ـ ذلك المبدأ الذى حير الفكر العلمى طويلا ـ فلقد كان مستعصياً على المنطق العلمى : كيف أن قدرة القصور للمادة يمكن أن تتساوى مع قدرتها على الجذب على الرغم من الاختلاف البين بين الظاهرتين إبتداءً من مستوى تعريفهما ؟ ، أما الآن ففى ضوء نظرية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » فقد أُرجع القصور إلى خواص « الفراغ ـ الزمن» و كذلك الجاذبية ٠

إن إعادة صياغتنا لـ « النظرية النسبية الخاصة » من منطلقات ميكانيكية هو فى الواقع تحجيم للدور الذى لعبه المجال الكهرومغناطيسى فى صياغة هذه النظرية ، أما دافعنا لتقديم البند رقم (٣ : ٣) من هذا الكتاب فليس فقط استكمالا للشكل ، و تقديماً للنظرية بطريقها المألوف المتعارف عليه - أى مروراً بقوانين المجال الكهرومغناطيسى لماكسويل - بل كان لنا علاوة على ذلك هدفان :

أولهما : تقديم لمحة موجزة سريعة للنظرية من منظور المجال الكهرومغناطيسى كافية لإظهاره كظاهرة طبيعية من الطراز الأول ،

ثانيهما : تمحيص فرضية - و هو الأهم بالنسبة لنا - هل يمكن من خلال دراسة ظاهرة المجال الكهرومغناطيسى الوصول إلى نفس الخيط الرفيع الذى يفصل بين تأثير الخواص المادية للمجال و تأثير الإطار الحاوى له ؟ ؛ و هل فى الإمكان حل تناقض النسبية : المتمثل فى ثبات انتشار الطاقة بين هياكل الرصد الحرة عن طريق إعادة صياغة و تعريف الخواص المادية للمجال الكهرومغناطيسى بدلا من اللجوء إلى القفز المباشر على خواص « الفراغ - الزمن » كحل فريد ؟ .

لقد ظهر لنا من الناحية النظرية البحتة أنه يمكن بفرضية إضافة و إدخال تعديلات طفيفة للمعادلة التحويلية لمركبات المجال الكهرومغناطيسى حل التناقض دون اللجوء إلى إعادة صياغة خواص « الفراغ - الزمن » ، و بعبارة أدق : بإدخال هذه التعديلات النظرية : تصير القوانين الكهرومغناطيسية - شأنها فى ذلك شأن القوانين الميكانيكية النيوتونية -

قوانين سـيادية (لا متغيـرة) بين هياكل الرصد القاصرة بمفـهوم « نسبية جاليلو » ، و بالتالى فإن مبدأ « ثبات سرعة الضوء » ـ أى « ثبات انتشار الطاقة » ـ يمكن إرجاعه إلى الخواص المادية البحتة للمجال دون المساس بخواص « الفراغ ـ الزمن » .

لقد ذُكر أن التعديل المطلـوب إضافته ـ كفرضية ـ « تعديل طفيف » و نقصد بذلك : أن قياس قيمته ـ إن وجدت ـ صغيرة جداً فهو ـ كما هو متوقع ـ تعديل من القوة الثانية فى مقلوب سرعة الضوء ؛ أما من الناحية النظرية فهو تعديل ذات تأثيرات أساسية و مفهوم طبيعى متميز . إن القياس المعملى لهذا التعديل سيكتنفه كثير من الصعوبات ، و ليست هذه راجعة إلى صغر قيمته فحسب ، بل أساسًا نتيجة لاتجاهه ، و يمكن القول ـ بدون تحفظ ـ إن الصعوبات التى تكتنف طريقة قياسه تفوق الصعوبات التى نواجهها عند قياس « تأثير دوبلر العرضى » أما من الناحية النظرية فإن ثقتنا فى الجهد الدؤوب المضنى لعباقرة « الفيزياء النظرية » على مدى قرنين من الزمان تجعل وجود هذه الفرضية و عدم دراستها أمراً صعب الحدوث لأنها فرضية تمس البنية الأساسية للمجال الكهرومغناطيسى ؛ فإذا ما تحقق لنا أن هذا الباب موصد ، بحيث لايمكن إدخال مثل هذا التعديل على تحويلات مركبات المجال الكهرومغناطيسى فى اتجاه الحركة ، فلايزال الأمل أمام « نسبية جاليليو » قائماً طالما أن وحدانية قوانين المجال لماكسويل غير محققة رياضياً ، بالإضافة إلى فشل هذه القوانين فى ترجمة حقيقة اختلاف سرعة ألوان الضوء فى الوسط المادى الواحد .

إن الإمكانيات ـ و بالأخص فى هذا المجال الكهرومغناطيسى ذى الخواص التى تحس و لاترى ـ تجعل التحقق من هذا التعديل أمراً عسيراً ٠

إن الانقياد وراء هذا التعديل كان بإيعاز و إغراء :

أما الإيعاز فكان لمنطق التشابه و التماثل بين مركبات المجال ، و عززته إيماءة من « فاراداى » ؛

أما الإغراء فكان بسبب إيماننا بأهمية المقارنة بين إيجابية المادة ، و إيجابية الإطار الحاوى لها ؛ بالإضافة إلى مالدينا من أسباب فلسفية و معطيات منطقية ؛ فكان الانقياد وراء ذلك الإغراء ٠

و لكن بالقطع : إن للطبيعة تدبيراً و مراداً و مكراً ٠

و لقد كانت المعالجة الرياضية لذلك البند من الكتاب ، أمراً لا مفر منه ، و ذلك لطبيعة الدراسات الكهرومغناطيسية و اعتمادها على علم الرياضة لصياغة خواصها ٠

لقد كان هدف الإنسان ماثلا فى رؤوس فلاسفته و علمائه ـ فى ذاك العصر و كل عصر ـ هو تتبع الأسباب و اختزال عناصر و لبنات هذا الكون وصولا إلى وحدانية ناموس طبيعى مسيطر ؛ فكان عنصر الإثارة الذى قدمته « النسبية الخاصة » فى تقنين مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » ، فها هى المادة تكافئ طاقتها و كلاهما تعبير عن القصور الذى هو بدوره تجسيد لإيجابية إطار « الفراغ ـ الزمن » ، و ها هى الأسباب تتتابع و اللبنات تُختزل ،

فامتد مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » لينسحب على « تكافؤ الفراغ بالزمن » ليشكلا كونًا ذا أربعة أبعاد مجسدًا بذلك فكرة « الفراغ ـ الزمن » ؛ و من هذا المنطلق وجدت « النسبية الخاصة » قبولا و استحسانًا باعتبارها خطوة إيجابية فى طريق تتابع الأسباب وصولا إلى وحدانية الناموس الطبيعى ، هكذا كان عنصر إثـارتها ٠

فكأنها ـ أى النسبية الخاصة ـ قد تخلصت بعد البحث و التقصى من خرافة فكرة « الإثير » لتضع مكانة متصل « الفراغ ـ الزمن » مجسمًا مجسدًا ٠

لقد كان لنا تحفظ على تسمية مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » و قد فضلنا تسميته بـ « مبدأ قصور الطـاقة » ، فى محاولة لتخفيف ثقل و انعكاسات هذا المبدأ على مفاهيم عناصر و لبنات الطبيعة ؛ إننا نريد أن نُبقى للعقل البشرى سلامة وسائل رصده : إدراكه و استقباله و تصوره للكون و حركة المادة فيه ؛ و أن نحتفظ لمفهوم فكرة الزمن بمقامها ٠

إن ثبات انتشار الطاقة بكافة مستوياتها قد يعكس لنا حتمية مفهوم « سيادية الآنية » على هياكل الرصد الحرة ، و قد يكون لنا فى ذلك غنى عن فرضية « نسبية الآنية » ٠

إن هدفنا تقديم « النسبية الخاصة » : نظرية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » ، وكذلك إحياء « النسبية الجاليلية » : نظرية إيجابية المادة ، و قد يُفهم إعادة الإحياء على أنه انحياز ، و بالتأكيد ظهر لنا أن تقديم البديل قد يكون إظهارًا للأصيل ، فلقد ظهر لنا تعبيران :

الأول : " فكما نقول أن الحركة نسبية ؛ فإن « النسبية الخاصة » تنص على أن « الآنية نسبية » أيضاً " ،

الثانى : " إن الطاقة تتناسب مع ترددها ، و الحركة نسبية فالطاقة أيضاً نسبية ، و عليه فإن « نسبية تردد الطاقة » حقيقة من حقائق النسبية " ٠

و على التعبير الأول بُنيت نظرية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » ، و على التعبير الثانى وجدت « نسبية جاليليو » تعبيرها عن إيجابية المادة ، و بين التعبيرين : الفصل و الاختيار الرقيق ٠

إن خواص مجال الجذب الطبيعى قد أظهرت لنا بوضوح زيف « مبدأ النسبية " العامة " » : ذلك المبدأ القائم على تكافؤ مجال الجذب الصناعى الناشئ عن « الحركة العامة » بمجال الجذب الطبيعى الناشئ عن وجود « كتلة جاذبة » ، أليس فى فشل « الحركة العامة » فى تخليق « مجال جذب طبيعى » مايدفعنا إلى إعادة تقييم مصداقية نظرية إيجابية « الحركة الخاصة » على إطار « الفراغ ـ الزمن » ؟ ، ويكون فى ذلك السبب المنطقى و الدافع إلى إعادة فتح ملف : " « الفراغ ـ الزمن » و « آينشتين » " ؟ ٠

* * *



الفصـــل الأول

تأمــلات فــى تعريفــات أولية



الفصـــل الأول

تأملات فى تعريفات أولية



١ : ١ ـ المادة و الحركة :

جرت العادة على تعريف المادة بأنها : كل ما يشغل فراغ ، و يمكن إدراكه مباشرة بالحواس ، أو بواسطة القياس ، و لإدراك المادة سواء بالحواس أو القياس ؛ فإنه يلزم أداء حركة لإتمام الحس ، او إجراء القياس ، و الحركة هى التعبير المباشر عن تواجد الزمن ؛ لذلك يمكننا القول ـ باطمئنان ـ بأن « الفراغ ـ الزمن » هما الإطار الحاوى للمادة و حركتها ٠

إن أبسط تصور تقليدى للمادة هو : الجسم الكروى المصمت الصلد المتماسك ؛ فإذا كان هذا الجسم ذات حجم متناهٍ فى الصغر ، و يحتوى على كمية صغيرة محدودة من المادة سمي بـ « الجسيم المادى » ، تمييزاً له عن « النقطة الهندسية » الافتراضية التى لا كيان مادى لها ٠

إن فكرة الجسيم هى أبسط فكرة تقليدية لدراسة ديناميكا حركة المادة ، فى حين أن « النقطة الهندسية » هى أنسب فكرة لدراسة كيناماتيكا الحركة ٠

١ : ٢ ـ الفراغ و الزمن :

الفراغ اسم على مسمى : إنه الامتداد اللامحدود للاشيء . إن امتداد المادة (اى ماتشغله من حيز فى الفراغ) : يعطى لنا مفهوم الفراغ ، و لايمكن اعتبار مادة دون فراغ يحتويها ، فهل يمكن اعتبار فراغ دونما من مادة فيه ، أم إنه اللاشيء ؟ ٠

يوصف الفراغ أحيانًا بأنه : نسيج متصل ، إن نعت الفراغ بكلمة نسيج أو متصل يعطى له صفة قد لا يمتلكها ٠

إن مفهوم الزمن هو صدى الحركة ، و الصعوبة تكمن فى التعريف به ، و إدراك مكنونه و ماهيته ٠

إن استمرار « الآنية » حقيقة ، فهل الحركة تجد حريتها فى رحاب اتساع استمرارية وجود تلك « الآنية » فتعطى لنا مفهوم « تواجد الزمن » كما أعطت لنا المادة و امتدادها مفهوم الفراغ ؟ . لايمكن اعتبار حركة دون زمن يحتويها ، فهل يمكن اعتبار زمن دونما من حركة فيه ؟ ، أم أنه اللاشيء ! ٠

إن تعبير « ديمومة الآنية » يعكس مفهوم « تواجد الزمن » و يلغى صفة الاتجاهية فيه ؛ لأن التواجد لا يلزمه بالحتم الاتجاه ؛ و من ثم لا يلزمه صفة

المرور ، و يصبح « انعكاس مرور الزمن » ليس ذا محل فى الطبيعة ، و ليس لدينا شواهد عليه ؛ بل قد يكون منطقنا لا يقبله . إن « التواجد المستمر » ، أو « سرمدية الآنية » حقيقة مؤكدة ، و إن كان صدى التعبير المألوف الدارج : « مرور الزمن » يجد قبولا و استحسانًا ، و يسهل من خلاله تصور الزمن و ترتيب تتابع الحوادث فيه ، بدلا من التشويش المحتمل الناتج عن فكرة استمرار تواجده ٠

و إجمالا : إن امتداد المادة و حركتها يعطى لنا مفهومى الفراغ و الزمن، و لا يمكن اعتبار « مادة و حركتها » دون « فراغ و زمن » يحتويهما ؛ فهل يمكن اعتبار « فراغ و زمن » دونما من « مادة و حركتها » فيهما ، أم أنه اللاشىء ؟ ٠

هل يمكننا إذًا القول : إن « الفراغ و الزمن » هما انعكاس وصدى « المادة و حركتها » ، و من ثم القول : إن « الفراغ ـ الزمن » و « المادة و حركتها » وجهان لحقيقة واحدة ! ؟ ٠

ما من جدل فى اختلاف المنظور الفلسفى لفكرة الزمن ، و لكن فرضية تماثله و ثبات استمرارية تواجده (انتظام مروره) يرجحها عدم إدراكه فيؤكدها المنطق ، أما أمره فلا علم ولايقين لنا به ! ٠

١ : ٣ ـ مبدأ التكافؤ الكونى :

فى الفراغ الحر : الخالى من المادة ؛ فإن جميع أماكنه متشـابهة متماثلة و متكافئة تماماً من كافة الوجوه ، فليس هناك مكان أو نقطة فى الفراغ مميزة عن أى نقطة أخرى . إن جميع الاتجاهـات عند أى نقطه فى الفراغ متماثلة و متكافئة تماماً ، و ليس هناك اتجاه عند أى نقطة فى الكون مميز عن أى اتجاه عند أى نقطة أخرى فيه . إن « تواجد الزمن » ، أو « معدل مروره » عند أى نقطة فى الكون متماثل و متكافئ تماماً ، و ليس هناك أى « آنية » عند أى نقطة مميزة عن « آنية » أخرى : إنها « ديمومة آنية » متماثلة و متكافئة على جميع نقاط الكون . هذا هو مبدأ التكافؤ الكونى : فى « الفراغ ـ الزمن » الحر لا تميز لأى نقطة و لأى اتجاه و لأى « آنية » : إن كافة النقاط فى الفراغ متماثلة و متكافئة من كافة الوجوه و كافة الاتجاهات و كافة « الآنيات » : إنه حقيقة دوام تكافؤ كافة نقاط الفراغ و آنيتها ·

فى إطار مبدأ التكافؤ الكـونى هـذا ؛ فإن الحركة الحرة الغير مقيدة ، أو الغير مدفوعة فى الفراغ الحر الخالى من أى مادة تفقد وسيـلة رصدها ذاتياً و بعبارة أخرى : إن الحركة المطلقة تصبح لا معنى لها حيث لا مرجع لها ، علاوة على استحالة إدراكهـا أو قياسـها ذاتياً ، و أى محـاولة لذلك بأى وسيلة ـ بما فى ذلك استخدام الضوء كما فى « تجربة ميكلسون و مورلى » ـ لا يكتب لها النجاح ·

١ : ٤ ـ هيكل الرصد :

لدراسة حركة أى جسيم يلزم إمكانية رصده : أى تحديد مكان و زمان تواجده بصفة مستمرة تجعلنا قادرين على تمييزه بعيداً عن « التشويش » المحتمل للتواجد فى نفس المكان مع تتابع الحركة (تتابع الزمن) ، و لتطبيق ذلك يمكننا تخيل إنشاء هيكل رصد : عبارة عن جمالونة متماسكة مكونة من ثلاثة محاور رئيسية متعامدة و متقاطعة فى نقطة واحدة ، مكونة بذلك ثلاث مستويات رئيسية متعامدة و متقاطعة عند نقطة الأصل ، عندها يسكن الراصد الذى يتخذ لنفسه من المحاور الرئيسية الثلاثة محاور الإسناد الكرتيزية التقليدية ٠

و استكمالا لإنشاء هيكل الرصد هذا سنقوم بتقسيم الفراغ إلى مكعبات متماثلة متراصة متجاورة بحيث يقع أحد رؤوس هذه المكعبات عند نقطة الأصل و تتوازى أحرفه مع المحاور الرئيسية ، و نقوم بتزويد رؤوس هذه المكعبات بساعات متماثلة و متوافقة مع بعضها ، بهذا الترتيب يمكننا دراسة حركة الجسيم : مكانه و زمان تواجده فى هذا المكان ، بصورة لحظية متصلة ، وكون الساعات متماثلة و متوافقة ؛ فإن اللحظية (الآنية) بالنسبة لهيكل الرصد هذا تعنى : قراءة واحدة لكل الساعات ، و على الراصد الموجود عند نقطة الأصل الأخذ فى الاعتبار مكان كل ساعة ، و سرعة وسيلة التحقق من توافقها حتى يتأكد من توافق تلك الساعات معاً ، و يزود الراصد أيضاً بوسائل قياس المسافات و الكتل . هذا هو ما نعنيه بهيكل الرصد ٠

١ : ٥ ـ الآنيـــة :

ورد فى البند السابق أن اللحظية (الآنيــة) بالنسبة لهيكل رصد تعنى قراءة واحـدة لكل الساعات ، ويبقــى لنــا فى هذا البند التعريف الدقيــق لـ « الآنيــة » ٠

إن تعريف « الآنيــة » يمكن صياغته كالآتى :

« هى الفتـرة الزمنية بين قـراءة الساعـات « الآن » و القراءة التى تليـها عندما تؤول هذه الفترة بين القراءتين إلى فترة متناهية فى الصغر ٠ » ٠

١ : ٦ ـ الراصد الحر :

جمالونة الرصد المتماسكة التى تم وصفها فى بند (١ : ٤) تعتبر هيكل رصد تقليدى يصلح لدراسة حركة الجسيم المادى ، و يمكننا إنشاء هيكل للرصد آخر ، أكثر مرونة من هذه الجمالونة المتماسكة ، سنطلق عليه «مرصد» و لك أن تتخيل « مركبة فضائية » مجهزة بكافة الوسائل الحديثة لقياس المسافات و الزمن ، و مزودة بوحدة المسافات ، و وحدة الزمن ، وكذا وحدة الكتل، و تملك من الأجهزة مايمكنهـا من تغيير اتجاههـا فى الفراغ ، و الاحتفاظ بالاتجاه النسبى ؛ إلا أنها غير مـزودة بأى قـوة دافعـة ، و أن هـذه « المركبة الفضائية » ، أو كما سميت : « المرصد » موجودة فى الفراغ الحر الخالى من المادة ـ سابحة حرة فيه بدون أى محركات ؛ و لهذا سنطلق على هذه المركبة الفضائية : « المرصد الحر » . إن وصف المرصد بأنه حر يعنى فى الحقيقة أنه سابح فى فراغ حر ، و أنه حر أيضاً أى : غير مقيد ، أو غير مدفوع بأى قـوة . أما قائد هذه المركبـة فيطلـق عليه : « الراصد الحر » ، و أحياناً يطلق على هيكل الرصد هذا اسم : « هيكل الرصد القاصر » ، هذا الوصف يعكس أيضاً المعنيين السـابق ذكـرهمـا ، فـوصف قـاصـر هنا يعنى : قصور الهيكل عن تغيير حالة حركته كما يوضحها لنا قانون نيوتن الأول ؛ أما المعنى الثانى فإن تسميته : « هيكل الرصد القاصر » تعنى : وجوده فى فراغ خالٍ من المادة ، و أنه أى الهيكل غيـر مقيد ، أو غير مدفوع بأى قوة. إن

تسمية « هيكل الرصد الحر » أو « الراصد الحر » لها مرادفها ، و يطلق عليه : « هيكل الرصد القاصر » ، أو « الراصد القاصر » ٠

سبق أن ذكرنا أن هذا « الراصد الحر » يملك من أجهزة القياس و المتابعة مايمكنه من تكوين وحدة متكاملة مستقلة للرصد ؛ لذلك و تأكيداً لهذه الإمكانيات يطلق عليها أحياناً : « مجموعة الرصد الحرة » ، و بطبيعة الحال يمكن تسميتها : « مجموعة الرصد القاصرة » ، و كلها مرادفات لنفس الشيء ، و اختصاراً يطلق عليها أيضاً : « هيكل قاصر » ، أو « الهيكل » ، أو «المجموعة» ، و يقصد بها نفس المعنى ، مالم ينص على غير ذلك صراحة٠

و الآن لنفرض أنه قد تم الاتفاق على ترتيب اصطلاحى بين هيكلى رصد قاصرين [S] و [S'] بحيث يكفينا الإشارة إليهما لنضع كافة الترتيبات بينهما دون الحاجة إلى إعادة ، أو تكرار شرحها وسط سياق الحديث حرصاً على استمراره :

اتُفق على أن يتخذ كل راصد فى مرصده « المحاور الكرتيزية التقليدية المتعامدة » محاور إسناد خاصة به ، أما فيما يتعلق بالسرعة فإن شرط كون الراصد قاصراً بالمفهوم الوارد فى البنود السابقة فإن الحركة النسبية بين الراصدين محددة بكونها خطية منتظمة ، و أن خط عمل هذه الحركة يمر بمركبتيهما الفضائيتين ، و تسهيلا لنقل البيانات و المعلومات بينهما ؛ فقد اتفقا أيضاً على : أن يكون محورا السينات منطبقين على محور الحركة ، و أن يتوازى محورا الصادات فيما بينهما ، و كذلك يتوازى محورا العينات ، أما

فيما يختص باتجاه السرعة : فإن الراصد الأول [S] يتحرك فى الاتجاه الموجب لمحور سينات الراصد الثانى ['S] و بذلك يكون الراصد ['S] متحركا فى الاتجاه السالب لمحور السينات للراصد [S] ٠

لقد تم الترتيب السابق بين الراصدين و الهدف هو تسهيل نقل البيانات و المعلومات بينهما ، وكان ذلك دون الإخلال بأى مسألة جوهرية تخص أيا من الهيكلين ؛ فعندما يَرِد الحديث عن الراصد [S] والراصد ['S] ـ فى أى موضع من هذا الكتاب ـ فإن الترتيبات السابقة و المُتفق عليها ستكون قائمة و مطبقة تماما حتى لو لم نذكر ذلك صراحةً : إنها مسألة اصطلاحية٠

١ : ٧ ـ الحركة المطلقة :

طبقًا لمبدأ « التكافؤ الكونى » المذكور فى الفصل (١ : ٣) ؛ فإن أجهزة الراصد الحر لن تُظهر له أى اختلاف من أى نوع فى أى نقطة ، أو أى اتجاه ، أو أى لحظة ؛ و من ثم فإن الراصد الحر سيقرر أنه ساكن ، و بديهيًا فإنه لن يتمكن من قياس سرعته المطلقة ـ بأى وسيلة مهماكانت ـ حيث لا مرجع له ؛ و بذلك فإن السرعة المطلقة قد فقدت معناها ، ويصبح قراره بأنه ساكن يقينًا و حقيقة مؤكدة بالنسبة له ، ربط عقيدته عليها بحيث لايمكن زعزعتها : إن سكونه هو واقعه و يقينه ٠

١ : ٨ ـ الحركة النسبية :

استكمالا لحديثنا فى البند (١ : ٦) لنفرض الآن أن « الراصد الحر » [S] قد رصد « جسيم متحرك » ، و بناءً على يقينه بأنه ساكن ؛ فسيقرر يقينًا أن الجسيم متحرك بالنسبة له ، دعنا الآن نفترض وجود « مرصد حر » جديد [S'] ؛ من البديهى أن « الراصد الجديد » سيقرر بنفس اليقين أنه ساكن ، و أن الجسيم متحرك بالنسبة له . نفرض إذًا أن الاتصال قد تم بين الراصدين ، فسيقرر كل راصد بأنه صاحب المرصد الساكن ، و أن المرصد الآخر متحرك بالنسبة له ، و لن تستطيع أن تزعزع يقين أى منهما ! ٠

إن الحركة النسبية بينهما هى الحقيقة و اليقين و الواقع بصرف النظر عما يزعم كل منهما بأنه يقيناً ساكن ، و بهذا المفهوم ؛ فإن الحركة النسبية : حقيقة و يقين و واقع لم يختلف عليها أى راصد و الحركة المطلقة و معها السكون المطلق فقدا معناهما حيث لامرجع لهما ٠

ورد فى هذا الفصل تسمية : « الراصد الجديد » ، و فى الواقع ليس هناك « جديد » بالنسبة للراصد « الثانى » ، و « قديم » بالنسبة للراصد «الأول» ، فكلا الراصدين جديدان ، أو قل : كلا الراصدين قديمان ؛ لذلك فإننا سنكتفى فقط بتسمية : « الراصد الأول » و « الراصد الثانى » ، على أن تكون كلمة « الأول » ، أو « الثانى » ، للتعيين و ليست للتمييز ، فليس هناك ميزة من أى نوع تميز أحدهما على الآخر ٠

اتضح لنا مما سبق أن الحركة المطلقة قد فقدت مضمونها ، و أصبحت الحركة النسبية هي الحقيقة المعبرة عن حركة الجسيم المادى . و يُعرِّف الراصد سرعة الجسيم النسبية بأنها : المعدل الزمنى لقطع الجسيم للمسافات مقاسة بالنسبة لهيكل رصده : أى أن السرعة النسبية تتحدد بالنسبة لراصد معين على أساس أنها خارج قسمة المسافة على الزمن كليهما ـ أى المسافة و الزمن ـ مقاساً بالنسبة للراصد . فإذا كان هناك جسيم سرعته " u " بالنسبة للراصد [S] ، فهذا معناه أن " u " تساوى خارج قسمة المسافة التى يقطعها على الزمن اللازم لقطع هذه المسافة مقاساً بالنسبة إلى الراصد [S] أى :

$$u = \frac{x}{t} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1:8-1)$$

والآن إذا فرضنا أن " v " هى سرعة الراصد [S] بالنسبة الراصد [S'] ، و أن سرعة الجسيم بالنسبة للراصد [S'] هى " u' " حيث :

$$u' = \frac{x'}{t'} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1:8-2)$$

فما هى العلاقة بين " u " و " u' " .

دعنا الآن نستعين بـ « تحويلات جاليليو» و التى تعطى بالعلاقتين :

$$u' = x + vt ,$$

$$t' = t ;$$

ومنها فإن :

$$u' = \frac{x + v\,t}{t'} = \left(\frac{x + v\,t}{t}\right) \frac{t}{t'} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1:8-3)$$

و منها فإن :

$$= \left(\frac{x}{t} + v\right) \frac{t}{t'} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1:8-4)$$

$$= (u + v) \cdot \frac{t}{t'} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1:8-5)$$

وحيث أن :

$$t = t' \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1:8-6)$$

فتكون العلاقة التى تربط " u' " بـ " u " هى :

$$u' = u + v \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1:8-6)$$

لنا وقفة هنا : إن السرعة " u " للجسيم بالنسبة للراصد [S] تختلف عن السرعة " u' " بالنسبة للراصد [S']، ليس هناك مشكلة على الاطلاق فى حقيقة اختلاف قيمة سرعة الجسيم من راصد إلى آخر : إنها حقيقة النسبية ، بل لاحظنا أن قيمة " u' " نحصل عليها بعملية جمع خطى بسيط لكل من " u " و " v " : أى نحصل على " u + v " ، (نريد التركيز على أن الاختلاف فى قيمة سرعة الجسيم من راصد إلى آخر هو أمر طبيعى – إنها حقيقة النسبية – ولكن الأهمية تكمن فى طريقة جمع السرعتين)، والآن دعنا نتمعن فى السبب الذى مكننا من إجراء عملية الجمع بهذه الصورة

الخطيـة البسـيطة ؛ إن هذا السبب واضح جداً : إنها « تحويلات جاليليـو » حيث :

$$t = t'$$

إن هذه العلاقة مكنتنا من إتمام عملية الجمع للسرعات بصورة خطية بسيطة ، وإننا نستطيع أن نجزم أن : « النسبية الخاصة » قد قامت أساساً على التعديل فى هذه الحقيقة البسيطة .

إن السرعة النسبية ليست خاصية ذاتية للجسيم ، و لكنها « واقع » للجسيم يختلف من راصد إلى آخر ، و يوجد دائماً مرصد تكون لديه السرعة النسبيـة للجسيم مساوية للصفـر : أى يكون الجسيـم ساكناً بالنسبة لهذا المرصـد : إنه المرصد الطبيعى للجسيم ، و من منظور حقيقة النسبيـة فإن سكون الجسيم ، أو حركته (بسرعة خطية منتظمة) تعبر عن جوهر حقيقة واحدة هى : أن الجسيم حر ، و ليس تحت تأثير أى قوة خارجية ، و أنه قاصر عن تغيـيـر سكونه أو حـركـته الخطيـة المنتظمـة ؛ و من هذا فإن واقع حـالة الجسيم قد تكون ساكنة عند راصد ، و متحركة عند آخر ، فنقول :

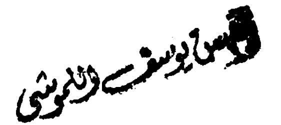
إن الواقع نسبى والجوهر سـيادى مطلق ،

و عند هذا القول قد يكمن مصدر اللبس و الحيرة عند دارس « النسبية » .

١ : ٩ ـ مجموعة الرصد الطبيعية :

تفاديًا للحيرة و اللبس أو سوء الفهم عند دراسة أى ظاهرة طبيعية بين مجموعات الرصد القاصرة المختلفة ؛ فإننا سنقوم بتعريف « مجموعة الرصد الطبيعية » على أنها : « هيكل الرصد القاصر » الذى يكون مصدر هذه الظاهرة ساكنًا فيه . من هذا المفهوم فإن « مجموعة الرصد الطبيعية » هى الوريث الشرعى لهيكل الرصد القاصر الساكن فى الفراغ النيوتونى المطلق الساكن ، طبعًا مع الفارق ؛ لأن « مجموعة الرصد الطبيعية » ليست ساكنة لأن السكون المطلق كالحركة المطلقة لا معنى لهما ، بل هى مجموعة رصد حرة ملازمة و مصاحبة لمصدر الظاهرة المعنية بالدراسة ؛ و على ذلك تستقيم النظرة التبادلية بين مجموعات الرصد الحرة المختلفة ، و يصبح من الأهمية تحديد : أين تسكن الظاهرة الطبيعية ، لتمييز و تعيين هيكل رصدها الطبيعى ؛ و من ثم : يكون واقعها (أى واقع الظاهرة) مرصودًا من خلال هياكل الرصد الأخرى . إن « مجموعة الرصد الطبيعية » مؤهلة لاستيعاب « مبدأ النسبية » ، لأن فكرة الفراغ النيوتونى المطلق الساكن قد سقطت لنفس أسباب سقوط فكرة الإثير « الوسط السحرى الخرافى » حامل الموجات الكهرومغناطيسية ٠

بهذه الاعتبارات نأمل أن يزول سبب رئيسى لكثير من سوء الفهم و اللبس عند محاولة دراسة واقع الظواهر الطبيعية مرصودًا من هياكل الرصد المختلفة ٠



١ : ١٠ ـ مبدأ النسبية :

رأينا فى البنود السابقة أن أى « راصد حر » متمسك يقيناً بحقيقة زعمه أنه صاحب المرصد الساكن ، وكان معنى ذلك فقد الحركة المطلقة لمعناها ، و معها السكون المطلق . إن الحقيقة القائمة و المؤكدة بين الهياكل الحرة هى الحركة النسبية بينهم . إن مصدر هذا اليقين هو مبدأ التكافؤ الكونى الذى هو فى الحقيقة انعكاس و صدى لانتظام خواص الفراغ و الزمن الحر . لقد استشف « جاليليو » هذه الحقيقة و تم تقنينها فيما يعرف باسم : « مبدأ النسبية » ، و ينص على : « إن جوهر القوانين الطبيعية متكافىء بالنسبة لجميع هياكل الرصد الحرة » : إن جوهر القوانين الطبيعية كما يرصدها و يقررها أى راصد هى نفسها القوانين التى يرصدها و يقررها الراصد الآخر ؛ و أن الراصدين – فيما يخص جوهر الظواهر و القوانين الطبيعية – يقفان على قدم المساواة ، بشرط أن تكون الحركة بينهما خطية منتظمة ·

إن جوهر القوانين الطبيعية واحد فى جميع هياكل الرصد الحرة دونما تمييز ، و لتظل هذه الحقيقة شاخصةً أمامنا إنها : « مبدأ النسبية » ·

و باختصار إن مبدأ النسبية هو : حقيقة تكافؤ هياكل الرصد الحرة ·

لقد اعتبرت تلك الحقائق ترفاً فلسفياً لايقدر عليه العلماء التجريبيون حتى جاءت « تجربة ميكلسون و مورلى » بنتائجها السلبية ـ بل قل : بنتائجها

الإيجابية ـ تأكيداً على أن الحركة المطلقة لا وجود و لا معنى لها ، و لا يمكن قياسها ، حيث لا مرجع لها ؛ فانتقل بذلك « مبدأ النسبية » من كونه ترفـاً فلسفيـاً إلى حقيقة علمية تم تحقيقهـا عمليّـا بالتجربة ٠

و باختـصـار يصـبح تكافؤ هياكل الرصـد الحرة حـقيـقـة مؤكـدة بالتجربة العملية ؛ فبهذا المفهوم يستقر « مبدأ النسبية » فى الوجـدان العلمـى[1] ، و تصير سيادية القوانين الطبيعيـة على جميع هيـاكل الرصد الحرة شرطـاً ملزمًـا ٠

(١) أما فيما يخص توافق « مبدأ النسبية » مع « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » ؛ فإن هذا التوافق يحتم افتراض وجود قيود لتحقيقه : فإما أن تكون هذه القيود على المادة ، أو على الإطار الحاوى لها ؛ وهذا هو الاختيار الرقيق : محور كتابنا هذا ٠

١ : ١١ ـ القصــور :

القصور صمد الظـواهـر الطبيعية ٠

و يُعرف قانون نيوتن الأول بأنه القانون المعبر عن قصور المادة ، و ينص على أن « الجسيم الحر فى الفراغ الحر يظل ساكناً ، أو متحركاً حركة خطية منتظمة مالم تؤثر عليه قوى خارجية تعمل على تغيير حالته » :

إن الجسيم فى ذاته قاصر عن تغيير حالة حركته ٠

إن القصور هو مقاومة التغير فى حالة الحركة . و بديهى أن قانون نيوتن الأول قانون طبيعى من الطراز الأول، فهو ترجمة صريحة لـ « مبدأ النسبية »، لأن أى راصد سيقر بأن القانون الأول لنيوتن قائم لديه :

إن قانون نيوتن الأول قائم فى أى هيكل رصد حر ، وهذا ـ ببساطة ـ معنى « مبدأ النسبية » ٠

إن قانون نيوتن الأول : قانون قصور المادة ، يجد فى « مبدأ النسبية » صداه فيتناغم معه ، و تعبيراً عن هذا التناغم ، فقد أطلق علـى « هيكل الرصد الحر » الاسم المرادف « هيكل الرصد القاصر » ، و نعنى به : الهيكل المعبر عن قانون نيوتن الأول : قانون القصور ٠

إن تناغم قصور المادة مع « مبدأ النسبية » لهو تأكيد على أن القصور ـ ركيزة القوانين الميكانيكية ـ هو خاصية طبيعية من الطراز الأول ٠

فإذا أظهرت الطاقة أن انتشارها ثابت بالنسبة لجميع هياكل الرصد الحرة : أى إنها تقاوم التغيير فى الحركة ، أليس فى ذلك إشارة إلى أن ثبات الانتشار يرجع إلى قصور الطاقة ؟ ٠

١ : ١٢ ـ قانون نيوتن الثانى :

يُعتبر القانون الثانى لنيوتن أساس دراسة ديناميكا الحركة للجسيم المادى ، و هو بحق جوهرة بين القوانين الطبيعية ؛ إذ يربط بين كميات طبيعية أساسية ، و ينص على أن : القوة المؤثرة على جسيم تساوى معدل التغير فى كمية حركته ٠

إن كمية حركة الجسيم هى عبارة عن : حاصل ضرب كتلته (أى قصوره) فى سرعته ، و للحقيقة نذكر أن نيوتن قد صاغ هذا القانون على أساس أن كتلة الجسيم دالة متغيرة و هذه حقيقة لايجوز إغفالها ؛ و لكن تحت تأثير مسلمات عصره و على الخصوص : سيطرة و سطوة قانون « بقاء المادة فى علم الكيمياء » و تحت إغراء تسهيل رياضيات قانونه فإنه اعتبر أن الكتلة كمية غير متغيرة مع السرعة ، و تم إخراجها ـ أى الكتلة ـ من تحت علامة التفاضل الزمنى و بعد ذلك اتُخذ ثبات و بقاء الكتلة مع الحركة كبديهية مسلم بها فى علم الميكانيكا النيوتونية ٠

إن تناغم و توافق القوانين الميكانيكية النيوتونية يرجع فى المقام الأول إلى كونها تقنيناً لبديهات أولية متوافقة و متناغمة مع « مبدأ النسبية » ، سواء من منظور النسبية القائمة على « تحويلات جاليليو » أو النسبية القائمة على « تحويلات لورانتز » . إنها ـ أى قوانين نيوتن ـ بديهيات أولية و من يخالفها فقد أخطأ ، و هذا هو مكمن تفوقها ٠

سبق أن ذكرنا أن قانون نيوتن الثانى يعتبر بحق جوهرة فى القوانين الطبيعية ، و تطبيقاً لـ « مبدأ النسبية » يتحتم أن يكون قائماً و صالحاً بين جميع المراصد الحرة ، و تناغمه مع « مبدأ النسبية » ينبع من حقيقة كونه معادلة تفاضلية من الدرجة الثانية بالنسبة للزمن ، و حيث أن السرعة النسبية بين هياكل الرصد الحرة هى سرعة خطية منتظمة فهى كمية ثابتة ، و تفاضلها الأول بالنسبة للزمن يتلاشى ، و لا يكون لها تأثير فى صياغة القانون : أى أن رياضيات القانون نفسه تجعله متناغماً و متوافقاً مع « مبدأ النسبية » .

ولبيان تناغم و توافق القانون الثانى لنيوتن ـ كقانون طبيعى ـ مع « مبدأ النسبية » دعنا نفرض أن جسيماً يتحرك حركة حرة ، و يقوم كل راصد بحل المعادلة التفاضلية من الدرجة الثانية المعبرة عن قانون نيوتن الثانى و المصاغة فى الإحداثيات « الفراغية الزمنية » الخاصة به ؛ بهدف الحصول على العلاقة التى تصف حركة الجسيم : أى مكان و زمان تواجده مقاسة بالنسبة لهذا الراصد : هذا يعنى أن يقوم كل راصد على حده بإجراء التكامل مرتين للمعادلة التفاضلية لهذا القانون ؛ و بعد إجراء هذا التكامل سيظهر لكل راصد ثابتان للتكامل ، و لتحديد هذين الثابتين يجب الرجوع إلى الشروط الابتدائية للحركة ، هذه الشروط ـ بطبيعة الحال ـ تختلف من راصد إلى آخر ؛ لذلك فإن الواقع النهائى لحركة الجسيم سيكون مختلفاً لدى كل راصد، و هذا لايحجب التناغم و سيادية الجوهركما يتطلبه « مبدأ النسبية »، و لتوضيح مانقصده من « سيادية الجوهر » مع « نسبية الواقع » : سنتخذ

الراصدين [S] و ['S] ، وسنفرض أن الجسيم المادى يتحرك فى المستوى (س ص) بالنسبة للراصد [S] ، و من الواضح أن الاعتبارات التى تم الاتفاق عليها ـ بين الراصدين سلفاً ـ لترتيب محاور و مستويات الإسناد لاتؤثر بأى صورة على مكنون و جوهر الحقيقة التى يخضع لها الجسيم المادى . و الآن نفرض أن الجسيم المادى حر الحركة : أى لا تؤثر عليه قوى خارجية ، و أن هذه الحقيقة يعترف بها الراصدان ؛ فإن قانون نيوتن الثانى بالنسبة للراصد [S] يأخذ الصورة :

$$\ddot{x} = o, \quad \ldots\ldots \quad (1 : 12 - 1)$$

و بالنسبة للراصد الثانى ['S] يأخذ الصورة :

$$\ddot{x}' = o, \quad \ldots\ldots \quad (1 : 12 - 2)$$

و معنى ذلك أن القانون الثانى لنيوتن يأخذ نفس الصورة بالنسبة للراصدين و هذا هو عين « مبدأ النسبية » ، و جوهر هذه الحقيقة السيادية المطلقة ؛ فإذا قام كل راصد بحل المعادلة التفاضلية الخاصة بحركة الجسيم الحر بالنسبة لهيكل رصده فسيقرر الراصد الأول [S] أن الجسيم الحر يتحرك بالنسبة له حركة خطية منتظمة واقعة فى المستوى (س ص) ، و يتحرك فى خط يقطع محور السينات عند النقطة "x_1" و يميل بزاوية "α_1" على الاتجاه الموجب لمحور السينات . أما الراصد الثانى ['S] فسيقرر أن الجسيم يتحرك حركة خطية منتظمة فى خط مستقيم أيضاً ، و هذا الخط واقع بأكمله فى المستوى (سَ صَ) ، و يقطع محور السينات لديه عند النقطه "x'_1"

و يميل بزارية قدرها "α'_1" لاتجاه الموجب لمحور السينات الخـاص به، و بالمقارنة سنجد أن "x_1" لا تساوى "x'_1" وأن " α'_1 " لا تساوى " α_1 " ، وعليه فإن واقع حالة الحركة قد تغير من راصد إلى آخر . من حيث أن ميل خط الحركة مـختلف عند كل راصـد ، و أن نقطة التـقـاطع مع مـحـور السـينات أيضاً مختلفـة عند كل راصــد ، فى حين أن جوهر الحقيقـة : القـانون المســيطر و المسبب للحركة واحد و ســيادى على مجموعات الرصد •

و على نفس المنوال ، و بنفس الآلية ؛ فإذا ماتحرك جسيم حركة توافقية بسيطة على محور صادات الراصد [S] مركـزها ينطبق على نقطة الأصل لديه ؛ فإن هذا الجسيم يتحرك بالنسبة للراصد ['S] حركة موجية محورها خط عمل السرعة النسبية بين الهيكلين : إن واقع الحركة مختلف (نسبى) لدى كل راصـــد فى حــين أن جوهــر الحركة (قانونها المسبب لها) واحد ، و هكذا فإن :

الجوهر ســيادى و الواقــع نسبى . فإذا ماصــادف دارس للنسبية لبــساً و حيرة أو سوء فهم ؛ فمصدر ذلك قد يكمن عند هذه الحقيقة •

إن « واقع الحـال » يخـتلف ، و لكن ليس للحـد الذى يناقض جـوهر الحقيقة : بمعنى أنه لا يمكن أن يختلف الواقع النسبى لدرجة أن تظهر حركة الجسيم الحر عند [S] فى خط مستقيم بينما تظهر عند ['S] فى منحنى ، ذلك ناشئ من أن كلا من [S] و ['S] هيكلان حــران ، و من هذا المنطق

يكون العكس صــحيحاً بمعنى : إذا كانت حــركة الجسيم بالنســبة للهيكل [S] حركة فى منحنى ، فلا يمكن بأى حال إيجاد هيكل حر آخر تكون فيه حركة نفس الجسيم خطية منتظمة ، و هذه الحقيقة ـ رغم بساطتها ـ ذات أهمية بالغة ؛ ففيها بيان زيف « مبدأ النسبية العامة » ٠

* * *

الفصـــل الثانى

« النظرية النسبية الخاصة »
من
منطلقات ميكانيكية



الفصــل الثانى

« النظرية النسبية الخاصة »
من
منطلقات ميكانيكية



٢ : ١ الكهرباء و المغناطيسية :

عند دراسة الكهرباء و المغناطيسية فإننا نبدأ بتعريف خطوط القوى الكهربائية و خطوط القوى المغناطيسية ؛ فيقال عنها أنها خطوط وهمية ، و أن الصفة السائدة عن الكهرباء و المغناطيسية أنها تحس و لا ترى ، و بعد أن استقرت تلك التعريفات كتجريد نظرى بدأ الحديث عن خاصية النفاذية و السماحية للإثير ليصبح الأمر أكثر تجريداً ، وكانت الصفة السائدة هى غلبة الحقائق التجريبية ، و صاحب ذلك تفصيل العلاقات النظرية لتحتوى هذه الحقائق التجريبية ، و بدأ سيل من القوانين الكهربائية يعقبه سيل من القوانين المغناطيسية ، ثم جاء « ماكسويل » و قام بمجهود نظرى مضن مفصلا معادلاته المشهورة باسم : « معادلات ماكسويل للمجال الكهرومغناطيسى » لاحتواء ظاهرتى الكهرباء و المغناطيسية فى إطار واحد من القوانين النظرية ، و لايخفى على أى دارس لهذه القوانين و العلاقات مدى ما قام به ماكسويل من مجهود لتفصيل و تركيب كافة الفرضيات النظرية المتاحة لتقنين نتائج التجارب المعملية ، و تجميع شتاتها فى إطار معادلاته ذات المستوى الرياضى الرفيع ، و لقد قام هرتز بالتحقيق المعملى للاستنتاجات النظرية لقوانين ماكسويل و منها بات واضحاً أن : الكهرباء و المغناطيسية ظاهرتان إحداهما تؤدى إلى الأخرى ، و أن انتشار الكهرباء و المغناطيسية يكون على هيئة موجات ، و أن الإثير هو حاملها ، و أن سرعة انتشار تلك الموجات تتحدد بخواص هذا الوسط الحامل : نفاذيته و سماحيته ، و تم بالفعل صياغة العلاقة

الرياضية التى تُحدد سرعة انتشار هذه الموجات بمعلومية هذه النفاذية و هذه السماحية ! ، و أن الضوء عبارة عن انتشار لهذه الموجات و جاءت « النظرية النسبية الخاصة » و تخلصت من فكرة الإثير ؛ لكنها ـ للحيرة ـ جعلت مدخلها : خواص و قوانين المجال الكهرومغناطيسى بما يشوبها من تجريد و اعتماد ـ فى الأساس ـ على تلك الفكرة الضالة المضلة : الإثير ٠

إن « النظرية النسبية الخاصة » بوصفها نظرية أساس يصبح من بديهيات المنطق إمكان صياغتها من منطلقات أخرى غير المجال الكهرومغناطيسى ، و عليه فسنقوم بصياغتها من منطلقات ميكانيكية صرفة ، و سنتخذ من خاصية القصور ـ صمد الظواهر الطبيعية ، و ركيزة القوانين الميكانيكية ـ نقطة انطلاق ، و ستؤدى سهولة المعطيات الأساسية لهذا المجال الميكانيكى إلى وضوح الفرضية الأساسية و المميزة لـ « النظرية النسبية الخاصة » ألا و هى :

فرضية « نسبية الآنية » :

الفرضية التى تمس إطار «الفراغ ـ الزمن» وسيكون فى الإمكان مقارنتها بـ :

فرضية « نسبية تردد الطاقة » :

الفرضية المعبرة عن فاعلية المادة (أى استجابتها للحركة النسبية)فى إطار « نسبية جاليليو » ؛

فتنعقد المقارنة ، و يتعين الاختيار . إن نقطة انطلاقنا ستبدأ من تقنين « مبدأ قصور الطاقة » ٠

٢ : ٢ قصور الطاقة :

إن دارس الكهرباء و المغناطيسية بعد أن يفرغ من دراسة معادلات المجال لماكسويل يجد نفسه أمام فصل مختصر عن متجه يسمى « متجه بوينتنج » نسبة للعالم الرياضى « بوينتنج » ، و يكاد الاسم يكون على المسمى : إنه متجه « بوينتنج » ، و معناه « يشير » ... إنه « متجه يشير » لنقل طاقة ؛ فأى طاقة ! ؟ ... ، و أين هى ...! ؟ ، إن رياضيات هذا المتجه تؤكد وجودها .. ! ؛ بل و تحدد قيمتها . ! ، و الإحساس العلمى للطبيعة يريدها .. ! ، و الطبيعة الموجية للمجال تخفيها .. ، أو توزعها على صدر موجته .. ، فأين تتمركز .. و ماهيتها .. و ما هويتها ! ؟ : إنها الضالة المنشودة لعلماء كل عصر ؛ فأين وكيف ! ؟ . لقد بدأت ـ فى نهاية القرن التاسع عشر ـ تحوم محلقة فى وجدان العقيدة العلمية حتى أمكن قياسها معمليًا : لقد ثبت بالتجربة أن الضوء يسبب ضغطًا على السطوح الساقط عليها : إنها كمية حركة شعاع الضوء : إن للضوء كمية حركة أمكن قياسها ، وكانت القياسات تؤكد أن كمية الحركة " P " تربطها بطاقة شعاع الضوء العلاقة :

$$p = \frac{E}{c} ;$$

و جاء « آينشتين » ـ و بدون استخدامه لأى فرضية من فرضيات نسبيته الخاصة و بالرجوع فقط إلى معطيات تقليدية صرفة ـ ليثبت أن للطاقة قصوراً ... ! لقد تم تجسيد الطاقة ، و إن قصورها تحكمه العلاقة :

$$E = m c^2$$

(انظر ملحق رقم ١) ٠

لقد كان ذلك إيذاناً بصياغة حقيقة طبيعية جديدة :

« مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة » ،

إن لنا تحفظاً على هذه التسمية ، إذ نفضل تسميته بمبدأ « قصور الطاقة » تخفيفاً لثقل إنعكاسات هذا المبدأ ـ فى تسميته الأصلية ـ على المفاهيم الطبيعية للمادة و طاقتها ٠

إن خفاء حقيقة « قصور الطاقة » كان لفرط جلائها ، و صارت عظمة أهمية مكانتها لنفس سبب خفائها . إن الكتلة تُظهر قصورها من خلال كمية حركتها ؛ و ترتبط الكتلة بطاقة حركتها ليندمجا معاً فى أتون واحد لتجدا تعبيراً واحداً لهما فى كمية حركتهما معاً : إن أى زيادة فى الكتلة تقابلها زيادة فى كمية الحركة ، و أى زيادة فى الطاقة تقابلها زيادة فى كمية الحركة : فإذا كان لدينا جسيم كتلته "m_o" و سرعته " u " ؛ فإن أى زيادة فى" m_o " تؤدى إلى زيادة فى كمية حركة الجسيم ، و أى زيادة فى طاقته ـ أى سرعته ـ تؤدى أيضاً إلى زيادة فى كمية حركته ، و لا يمكن بحال التفريق بين كمية

الحركة الناتجة عن زيادة الكتلة أو كمية الحركة الناتجة عن زيادة الطاقة : لقد اندمجتا ـ الكتلة مع الطاقة معاً دونما تفريق أو تمييز ـ ليُظهرا قصوراً من خلال كمية حركتهما ، و إن فى ذلك حقيقة : أن للطاقة قصوراً يكافئ قصور الكتلة ، بهذه البساطة يصاغ مبدأ « قصور الطاقة » ، و الذى سيظهر تأثيرات انقلابية على المفاهيم الطبيعية عند اعتباره بين المعطيات الميكانيكية ٠

إن حركة المادة طاقة ، و مبدأ « قصور الطاقة » يتوافق مع « مبدأ النسبية » ليُظهر أن القصور نسبى مؤكداً تتويج القصور صمداً للظواهر الطبيعية كلها ؛ فيفهم مبدأ « قصور الطاقة » من منظور « النسبية » على أنه : بيان من الطبيعة و إظهاراً لاستجابة (أى إيجابية) المادة للحركة النسبية ٠

٢ : ٣ قصور الطاقة وقانون نيوتن الثانى :

بعد أن تم إرساء مبدأ « قصور الطاقة » ، و وجد استحسانًا فى الوجدان العلمى و رُبطت عليه العقيدة العلمية ، و بات واضحًا أن لهذا المبدأ تأثيرًا انقلابيًا على نتائج تطبيق قانون نيوتن الثانى على حركة المادة ؛ فلنتخذ هذا طريقًا لصياغة « النظرية النسبية الخاصة » ، و من حسن الحظ ـ كما ذكرنا سلفًا ـ أن الصيغة الأصلية لقانون نيوتن الثانى أخذت فى حسبانها احتمال التغير فى « قصور المادة » . إن النص اللفظى لقانون نيوتن يؤكد تلك الحقيقة : « القوة تساوى معدل التغير فى كمية الحركة » ، وكمية الحركة هى حاصل ضرب القصور فى السرعة ، بذلك نقرر بأن قانون نيوتن قادر على استيعاب حقيقة قصور الطاقة ٠

سنقوم الآن بإعادة استنباط العلاقة بين الشغل المبذول على جسيم كتلته الطبيعية " m_o " ، تحت تأثير قوة بهدف الحصول على طاقة حركته المكتسبة باستخدام القانون الثانى لنيوتن ، مع الأخذ فى الاعتبار مبدأ « قصور الطاقة » ، و لقد تم صياغة العلاقة الرياضية فى ملحق رقم (٢) وهى :

$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2:3-1)$$

حيث " m " هى الكتلة الكلية شاملة طاقة الحركة لجسيم كتلته الطبيعية هى " m_o "

هـذه العلاقـة التى اعتـبرت دائماً لب « النسبيـة الخاصة » ، قد تم الحصول عليها هنا دون اللجوء إلى أى فرضية من فرضياتها ، و نعنى ـ على وجه الخصوص ـ دون اللجوء إلى فرضية « نسبية الآنية » : أى دون اللجوء ، أو الرجوع إلى « تحويلات لورانتز » ؛ بل فقط تـم ذلك من خلال اعتبار مبدأ « قصور الطاقة » عند تطبيق قانون نيوتن الثانى ، و يكون السؤال الآن :

هل يمكن استيعاب مبدأ « قصور الطاقة » و انعكاسـاته فى إطـار مبدأ « النسبية » القائم على « تحويلات جاليليـو » ؟ : ذلك موضوع تحليلنا فى الفصل الثالث : (المقارنة و الاختيار) .



٢ : ٤ قصور الطاقة وكمية الحركة :

معروف أن كميـة الحركة لجسيم تساوى حاصل ضرب كتلته فى سرعته : أى حاصل ضرب قصوره الكلى فى سرعته ؛ فإذا فرضنا أن جسيماً كتلتـه الطبيعيـة " m_o " بســرعة قدرها " u " مقاســة فى هيكـل الرصـد [S]، فحسب العلاقة الواردة فى البند السابق فإن كتلته المتحركة أى قصوره الكلى هى " m " ، و على ذلك فإن كمية حركته مقاسة بالنسبة لهذا الراصد [S] هى :

$$P = mu , \quad \text{.........} \quad (2:4-1)$$

و بالمثل فإن كمية حركته مقاسة بالنسبة للراصد [S'] هى :

$$P' = m'u' , \quad \text{.........} \quad (2:4-2)$$

و على القارئ إعادة قراءة هذا البند (٢ : ٤)من بدايته ـ و ليس هذا بالكثير ـ قراءة متأنية فاحصة ؛ فإذا ما تم إقرار العلاقة الأولى كتعريف لكمية الحركة للجسيم بالنسبة للراصد [S]، و العلاقة الثانية كتعريف لكمية الحركة لنفس الجسيم بالنســبة للراصد [S'] ، و ما تؤكده هاتـان العلاقتان من توافقهما و تناغمهما مع « مبدأ النسبية » فلنستعد لاستقبال النتائج المنطقية المترتبة على إقرارنا بهذه التعريفات لكمية الحركة : فإذا أخذنا التعريف السابق لكمية الحركة نقطة انطلاق لنا فإن العلاقات و النتائج المدهشة ستتوالى بطريقة

تلقائية كاعتبارات رياضية صرفة : أى دون الحاجة إلى فرضيات طبيعية أخرى ، فمثلا : سينتج بطريقة تلقائية أن العلاقة التى تحكم و تربط كمية الحركة بالكتلة الطبيعية بالكتلة الكلية لجسيم تكتب على الصورة :

$$\frac{E^2}{c^2} = P^2 + m_o^2 c \quad , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2:4-3)$$

و تكتب عادة على الصورة :

$$P^2 - \frac{E^2}{c^2} = -m_o^2 c \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2:4-4)$$

(انظر ملحق رقم ٣) ،

و هى علاقة بارزة من علاقات « النظرية النسبية الخاصة » و لها شأنها فى صياغة « هملتونين الحركة » و « لاجر انجيان الحركة » ، و لقد وصلنا إليها دون أى فرض من فروض « النظرية النسبية الخاصة » ، و على وجه الخصوص دون اللجوء إلى « تحويلات لورانتز » ٠

أيضا و بناء على تعريف كمية الحركة نفسه ، فسينتج بطريقة تلقائية و لاعتبارات رياضية بحتة دون اللجوء أو الحاجة إلى أى فرضيات طبيعية أخرى أن كمية الحركة بالنسبة للراصد [S] أى الكمية " P " تربطها بكمية الحركة " P' " بالنسبة للراصد [S'] العلاقة :

$$P' = \frac{P + v\,m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2:4-5)$$

حيث "m" هى القصور الكلى كما هو معرف بالنسبة للراصد [S]، و ينتج أيضًا لاعتبارات رياضية صرفة ، ودون اللجوء إلى فرضيات طبيعية أخرى ، أن الكتلة الكلية كما يرصدها الراصد [S] تربطها بالكتلة الكلية كما يرصدها الراصد ['S] العلاقة :

$$m' = \frac{m + \frac{v}{c^2} P}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2:4:6)$$

(انظر ملحقى ٥ و ٦) .

إن العلاقتين البارزتين السابقتين لهما أهمية فى« النظرية النسبية الخاصة » لاتغيب عن أى دارس ، و قد تم الحصول عليهما باعتبارات رياضية صرفة ، أى باستخدام المتطابقة الرياضية للمُعامِلات ، و تأسيسًا فقط على مبدأ « قصور الطاقة » و دون الرجوع إلى « تحويلات لورانتز » .

٢ : ٥ قاعدة الجمع التركيبي للسرعات :

سنقوم الآن باشتقاق « قاعدة الجمع التركيبي للسرعات » و يطلق عليها عادة « قانون الجمع للسرعات » ، اعتماداً على تعريف كمية الحركة كما تم إقرارها ، في البند السابق ، على أنها حاصل ضرب القصور الكلي في السرعة ، أي أن :

$$P = mu , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2:5-1)$$

حيث :

$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2:5-2)$$

حيث " u " هي سرعة الجسيم •

و سيتم في ملحق رقم (٧) اشتقاق هذا القانون ـ قانون الجمع للسرعات ـ باعتبارات رياضية بحتة ، دون الحاجة إلى فروض طبيعية أخرى غير تعريف كمية الحركة ، فإذا كانت سرعة جسيم بالنسبة للراصد [S] هي " u " ، و سرعته بالنسبة للراصد [S'] هي " u' " فإن :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2:5-3)$$

و هذا هو « قانون الجمع للسرعات » الشهير فى « النظرية النسبية » ، تم الحصول عليه دون الرجوع إلى فرضيات « النسبية الخاصة » ، فقط حصلنا علية باعتبارات رياضية صرفة تأسيساً على مبدأ « قصور الطاقة » ؛ و باستخدام المتطابقة الرياضية (انظر ملحق رقم ٤) ، و يصبح جلياً أن هذا القانون حتمية مباشرة لمبدأ « قصور الطاقة » بالإضافة إلى أن هذا القانون يؤدى إلى حتمية ثبات انتشار الضوء ، ألا يمكننا هذا من الجزم بأن قصور الطاقة و ثبات انتشار الضوء هما وجهان لحقيقة واحدة و من ثم إرجاع ثبات انتشار الضوء إلى خاصية مادية فيه : هى قصوره ؟ [1] .

و نستكمل هنا صياغة « النظرية النسبية الخاصة » فى نفس الطريق الذى بدأناه ؛ فإنه إذا ماتمسكنا بفكرة الجسيم المادى المتماسك كأساس تقليدى لتطبيقات مبادئ الميكانيكا النيوتونية ـ تماماً كما تمسكت به « النظرية النسبية الخاصة » فى صياغتها الأصلية ـ و ما يستتبع ذلك من الاحتفاظ بقانون بقاء حركة مركز ثقل القصور الكلى واحداً فى جميع هياكل الرصد ؛ فإنه يمكننا استخدام « قاعدة الجمع التركيبى للسرعات » بين الراصدين [S] و [S'] ، للحصول على تحويلات لورانتز ، انظر ملحق رقم (٨) .

---

(١) وحتى لا ينقطع سياق وتسلسل صياغة « النظرية النسبية الخاصة » ككل ـ من منطلقات ميكانيكية ـ فإننا سنؤجل الحديث عن « قانون الجمع للسرعات » هذا وتحليله إلى البند (٣ : ١) ، حيث سنفرد له البند بطوله نظراً لأهميته .

و بحصولنا على « تحويلات لورانتز » الشهيرة نكون قد وصلنا إلى ما قد يُدعى عليه بأنه صياغة معكوسة للنظرية الأصلية ، و لكننا سنأجل الحديث و التعليق على هذا الادعاء ـ أو قل الاتهام ـ إلى البند (٣ : ١) ، حيث سنقوم بتقديم تحليل تفصيلى لإظهار الفرق بين الصياغتين و مراميهما ٠

و الأن نقوم بعرض و شرح سريع لما تتطلبه « النسبية الخاصة » من « تباطؤ الزمن » ، و « انكماش الفراغ » ـ كتعبير عن حقيقة كونها نظرية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » ـ بهدف تثبيت سرعة الضوء كمطلب أساسى لـ « الطبيعة » من « النظرية » ٠

إن فرضية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » التى قامت على متنها « النسبية الخاصة » ، قد تم تقنينها من خلال « تحويلات لورانتز » ، و إن أكثر المسائل حيرةً و لبسًا و إثارةً و خروجًا على المألوف فى هذه « النظرية الخاصة » القول بفكرتى « تباطؤ الزمن » و « انكماش الفراغ » ، و ما يتولد عنهما من « نسبية الآنية » : الفرضية المميزة لـ « النسبية الخاصة » ٠

٢ : ٦ ـ « تباطؤ الزمن » فى « النسبية الخاصة » :

لتوضيح فكرة « تباطؤ الزمن » فى « النسبية الخاصة » ؛ فإننا سنضرب لذلك مثلا مبسطاً لحركة تكرارية : فلنفرض أن الراصد [S] قد أعلن فى نشرته الروتينية أن حنفية المياه الخاصة به الموجودة فى « مركبته الفضائية » ، قد أصابها عطب سبّب سقوط نقاط مياه منها بصورة مستمرة منتظمة أى على فترات متساوية ، و وجد الراصد [S] أن الفترة الزمنية بين سقوط نقطتين متتاليتين للمياه تساوى Δt ، و حيث أن الحنفية ساكنة بالنسبة له ، فليس هناك انتقال مكانى لها ، أى أن :

$$\Delta x = o , \quad \text{.......} \quad (2:6\text{-}1)$$

و هذا يعنى أن الحنفية فى هيكلها الطبيعى ، و تكون الفترة الزمنية بين سقوط نقطتين متتاليتين فى الهيكل [S] هى الفترة الطبيعية للحنفية المعطوبة ، و عموماً يرمز لها بالرمز " τo " تمييزاً لها عن نفس الفترة الزمنية مقاسة فى أى هيكل آخر ـ غير طبيعى للحنفية ـ حيث يرمز لها بالرمز " τ " .

ومن ثم فإن :

$$\Delta t = \tau o \quad \text{.......} \quad (2:6\text{-}2)$$

و عندما علم الراصد [S'] بمشكلة حنفية المياه المعطوبة عند [S] ، أراد أن يتدخل بأسلوبه العلمى و يحسب الفترة الزمنية " $\Delta t'$ " بين سقوط

النقطتين محسوبة بالنسبة له (أى بالنسبة للراصد [S'] : الهيكل الغير طبيعى للحنفية المعطوبة) ؛ و من ثم يرمز لها بالرمز " τ "، وتكتب :

$$\tau = \Delta t' \quad , \qquad (2:6-3)$$

فأخرج الراصد [S'] ، من ملفاته « تحويلات لورانتز » ؛ فوجد أنه يجب أن يستخدم ويطبق العلاقة :

$$t' = \frac{t + \frac{v}{c^2} x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \qquad (2:6-4)$$

و منها فإن :

$$\Delta t' = \frac{\Delta t + \frac{v}{c^2} \Delta x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \qquad (2:6-5)$$

و لاستكمال بياناته قام بالاتصال بالراصد [S] و طلب منه قيم كل من " Δt " ، " Δx " المقاسة فى هيكله ، فأبلغه بها كالآتى :

$$\Delta x = o \ ,$$
$$\Delta t = \tau_o \ ,$$

و بالتعويض من (2 : 6 - 1) , (2 : 6 - 2) , (2 : 6 - 3) فى (2 : 6 - 5) نحصل على :

$$\tau = \frac{\tau_o}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \qquad (2:6-6)$$

لقد تذكر ['S] البداهة التى يعرفها : « إن إطالة الفترة الزمنية لحادثة متكررة دليل على بطء ترددها » ؛ فنظر إلى العلاقة (6 - 6 : 2) ، وكان اندهاشه أنه وجد أن :

$$\tau > \tau_o \quad \ldots\ldots \quad (2:6-7)$$

فاستنتج أن سقوط نقطة المياه كما يرصدها يتم بصورة أبطأ عما يحدث فى هيكلها الطبيعى ؛ و على ذلك قرر أن يضع هذه الحقيقة (من مفهوم النسبية الخاصة) فى النص الآتى : « الفترة الزمنية لأى ظاهرة فى أى هيكل أطول من الفترة الزمنية الطبيعية لها . » :

هناك بطء يلاحظه الراصد ['S] للحوادث الطبيعية عند الراصد [S] .

و فجأة و بعد أن صاغ ['S] هذه الحقيقة اكتشف أن حنفية المياه الخاصة به قد أصابها ـ هى الأخرى ـ عطب مشابه ؛ فأعلن ذلك فى نشرته ؛ فطلب الراصد [S] منه أن يوافيه بالبيانات الخاصة بالحنفية المعطوبة كما يسجلها فى هيكلها الطبيعى (الآن المرصد الطبيعى للحنفية المعطوبة هو المرصد ['S] لأن الحنفية المعطوبة ساكنة فيه) ؛ فقام الراصد ['S] بإرسال البيانات التالية إلى [S] :

$$\Delta t' = \tau_o, \quad \ldots\ldots \quad (2:6-8)$$

$$\Delta x' = o, \quad \ldots\ldots \quad (2:6-9)$$

(لاحظ أن " τ_o " هى التردد الطبيعى الآن فى ['S]) ؛ فأخرج [S] مذكراته و وجد أنه يجب تطبيق العلاقة :

$$t = \frac{t' - \frac{v}{c^2} x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \qquad (2:6-10)$$

و منها فإن :

$$\Delta t = \frac{\Delta t' - \frac{v}{c^2} \Delta x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \qquad (2:6-11)$$

وبا لتعويض من (8 - 6 : 2) و (9 - 6 : 2) فى (11 - 6 : 2) فإن :

$$\Delta t = \frac{\tau_o}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \qquad (2:6-12)$$

لقد عرَفنا " τ " بأنها طول الفترة الزمنية فى أى هيكل آخر غير الهيكل الطبيعى للحنفية ؛ و بذلك فإن العلاقة (3 - 6 : 2) تكتب الآن على الصورة :

$$\tau = \Delta t , \qquad (2:6-13)$$

و بذلك فإن العلاقة (12 - 6 : 2) تؤول إلى :

$$\tau = \frac{\tau_o}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \qquad (2:6-14)$$

إن العلاقة (14 - 6 : 2) هى نفسها العلاقة (6 - 6 : 2) ، وعلى ذلك فإن الراصد [S] يقرر و يكتب أيضاً النص التالى :

« إن الفترة الزمنية بين سقوط نقطتيين متتاليتين من المياه كما يقيسها أى راصد أطول (أبطأ) من فترتها الطبيعية » ·

إن هذه النظرة التبادلية بين كل من [S] و [S'] هى عين « مبدأ النسبية » و لا تناقض فيها بل العكس ، إنه منتهى التناغم ·

دعنا نلخص هذه الحقيقة (من مفهوم النسبية الخاصة) فى العبارة التالية : « إذا كانت " τ_o " هى الفترة الزمنية الطبيعية لأى ظاهرة ، فإن الزمن المقاس لها " τ " فى أى هيكل رصد حر آخر يكون أطول من " τ_o " » ·

إن الفترة الزمنيـة لأى ظاهرة أقصر ما يمكن فى هيكلها الطبيعـى . و هذا هو ما تعنيه « النسبية الخاصة » بتعبيرها « تباطؤ الزمن » نتيجة للحركة النسبيـة ، و هذا يعنى – من مفهومهـا – إيجابيـة (اى استجابـة) « الزمن » للحـركـة النسـبـيـة . و حيث أن التردد هو مقلوب زمن الذبذبة الواحدة ، فإن العبارة السابقة تصاغ كالآتى :

« تردد أى ظاهرة أعلى ما يمكن فى هيكلها الطبيعى . » ·

ورياضياً فإن هذا النص يشتق من العلاقة (14 - 6 : 2) بإبدال التردد الطبيعى " ν_o" بمقلوب " τ_o " ، و التردد " ν " فى أى هيكل بمقلوب τ ، وبذلك فإن العلاقة تكتب على الصورة :

$$v = v_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad , \quad \text{.....................................} \quad (2:6:15)$$

و هى ترجمة رياضية حرفية للنص السابق :

إنـه تباطـؤ التـردد فـى « النسبية الخاصة » ٠

و من وجهة نظر « النسبية الخاصة » فإن الصياغة السابقة عبارة عن قانون طبيعى : مبدأ ، فهو قائم و صالح في أى مجموعة رصد حرة : إنها نظرية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » ، و من يجد حيرة أو ارتباكاً فليعد لقراءة البند (١ : ١٠) من هذا الكـتـاب بإمعان ؛ فإذا صار « مبـدأ النسـبيـة » عقيدته زالت الحيرة و الارتباك ، فقط عليه تحديد : أين يسكن مصدر هذه الظاهرة ؟ : اى أين هيكل رصدها الطبيعى ؟، ومن أى هيكل يتم رصدها ؟٠

٢ : ٧ـ « نسبية الآنيــة » : الفرضية المميزة لـ « النسبية الخاصة » :

فـرغنـا تواً من صيـاغـة فكرة « تبـاطؤ الزمن » من منظور « النسبـيـة الخاصة » ، فإذا رجعنـا إلى تعريف « الآنيـة » كما ورد فى البند (١ : ٥) و اعتبرنا الفترة الزمنية بين قراءة الساعات « الآن » و القراءة التى تليها هى فترة طبيعية أى أنها تخضع لتباطؤ الزمن ، فهذا يعنى أنه فى حالة مآل[١] هذه الفترة إلى الصفر عند راصد فهى لا تؤول الى الصفـر عند الآخر ، أى أن « الآنيــة » عند راصد ليست « آنيــة » عند الآخر ، و مـن هنـا يظـهـر معنى فرضـيـة « نسبية الآنية » فـى « النسبية الخاصة » و تؤدى بنا إلى أن الحادثتين اللتين حدثتا فى نفس اللحظة عند راصد لا يعنى ذلك حدوثهما معاً عند راصد حر آخر .

تفادياً لأى لبس يجدر بنا الإشارة إلى حقيقة « السببية » بين حادثتين : إذا كانت الحادثة الأولى سبباً مباشراً للحادثة الثانية ؛ فإن التأثير المسبب للحادثة الثانية لا يمكن أن ينتقل بسرعة أكبر من سرعة الضوء ؛ و لهذا ففى إطار « السببية » فإن الحادثة الأولى تسبق الحادثة الثانية فى جميع هياكل الرصد الحرة ، و بهذا تجـد « النسبية الخاصة » مخرجاً لهـا للإفلات من هذا المأزق .

---

(١) إن لفظ « مآل » هنا لا يعنى « يساوى »

٢ : ٨ ـ « انكماش الفراغ » في « النسبية الخاصة » :

إن مناقشة الطول ـ أى المسافة الفراغية ـ المقاس من هياكل الرصد المختلفة تصبح أقل حيرة إذا تم الاتفاق على القاعدة الأساسية اللازمة لاتمام عملية قياس الطول ؛ فإذا كان هناك مسطرة متحركة موضوعة موازية لمحور السينات و نريد قياس طولها ؛ فإن أبسط مطلب لذلك هو قياس المسافة بين طرفيها على أن يتم هذا القياس في لحظة واحدة ، و بغير هذا المطلب تصبح مسألة قياس المسطرة المتحركة عملية عبثية من الطراز الأول حيث يدخل فيها التشويش الناتج عن الحركة فيفسد النتائج ، و على ذلك فهو مطلب بديهى من الدرجة الأولى ٠

لنفرض الأن أن طول المسطرة الطبيعى : أى في هيكل الرصد الساكنة فيه هو " l_0 " و يمكن هنا تسميته الطول الإستاتيكى للمسطرة و بأخذ علاقة لورانتز التحويلية :

$$x = \frac{x' - v\,t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \quad \ldots\ldots \quad (2:8-1)$$

و منها ينتج أن :

$$\Delta x = \frac{\Delta x' - v\,\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \quad \ldots\ldots \quad (2:8-2)$$

فإذا اعتبرنا أن طول المسطرة الساكنة فى الهيكل [S] هو " l_o " فإن :

$$l_o = \frac{\Delta x' - v\,\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \ldots\ldots \quad (2:8-3)$$

فإذا أراد [S'] قياس طول المسطرة فلابد أن يتم القياس بالنسبة له بين طرفى المسطرة فى لحظة واحدة أى أن :

$$\Delta t' = o, \quad \ldots\ldots \quad (2:8-4)$$

فينتج أن طول المسطرة المتحركة " $\Delta x'$ " هو :

$$" \Delta x' " = l_o . \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad , \quad \ldots\ldots \quad (2:8:5)$$

وحيث أن المعامل

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

أصغر من الواحد الصحيح فإن ذلك يعنى أن :

$$" \Delta x' < l_o " ,$$

أى أن المسطرة المتحركة بسرعة " v " كما يقيسها الراصد [S'] أقل من طول المسطرة الاستاتيكى عند [S] ، و على ذلك فإن هذه الظاهرة يعبر عنها ـ من منظور « النسبة الخاصة » ـ بالنص التالى :

« طول المسطرة المتحركة أقل من طولها الاستاتيكى » .

من الواضح أيضاً أن هذا نص عام يسرى على جميع هياكل الرصد ، و ليس هناك تناقض ، و ليس هناك حيرة ، أو لبس طالما حددنا : أين تسكن المسطرة ، و من يرصدها ؟ .

و هـذا منتهـى التناغم و التوافـق مـع « مبـدأ النسـبيـة » مـن منظـور « النسبية الخاصة » : نظرية « إيجابية الفراغ ـ الزمن » .

٢ : ٩ ـ قانون السرعة العرضية :

بناء على اعتبارات رياضية بحتة ، و بالرجوع إلى تعريف كمية الحركة تم استنباط قانون السرعة العرضية ليعطى بالعلاقة :

$$u_y' = u_y \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{u_x v}{c^2}} \quad , \quad \ldots\ldots (2:9-1)$$

و بالمثل أمكن استنباط العلاقة :

$$u_z' = u_z \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{u_x v}{c^2}} \quad , \quad \ldots\ldots (2:9-1)$$

تماماً نفس العلاقات التى تنتجها « تحويلات لورانتز » ٠

انظر الملحق رقم (٩) ٠

عند هذا الحد نكون قد استكملنا صياغة « النظرية النسبية الخاصة » من منطلقات ميكانيكية ؛ و لقد حصلنا على « تحويلات لورانتز » و « قانون الجمع للسرعات » الشهير ، و غير ذلك من علاقات بارزة فى « النظرية النسبية الخاصة » تشمل علاقات تحويل كمية الحركة ، و الطاقة الكلية ، وكذلك « قانون السرعة العرضية » ، تماماً كما تقدمها الصياغة الأصلية من

خلال « تحويلات لورانتز » . و لقد تم لنا ذلك فى ظل احتفاظنا و تمسكنا بالأفكار السائدة و المسيطرة على العقيدة العلمية أثناء صياغة النظرية الأصلية، و نعنى بها الأخذ بفكرة قصور الجسيم الصلد المتماسك و قد أُلصق به قصور طاقة حركته ، و تم دمج الاثنين و تمركزهما معاً ، و تم التعامل معهما دونما تفريق (أى تمسكنا و أخذنا بـ « مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة » بمعناه و نصه)، و لقد تم ذلك ابتداءً من تطبيق قانون نيوتن الثانى على قصور طاقة حركة الجسيم ، و على هذه الأسس تم لنا بنجاح صياغة « النظرية النسبية الخاصة » من منطلقات ميكانيكية ، و بطبيعة الحال ، فإن مسلمات ذلك العصر لم تكن تسمح بغير هذا المفهوم للجسيم و طاقة حركته ؛ و سيكون ذلك المفهوم هو موضوع تحليلنا فى الفصل القادم من هذا الكتاب .

* * *

الفصــل الثالث

المقارنة و الاختيار

الفصــل الثالث
المقارنة و الاختيار

٣ : ١ القصور و النسبية
٣ : ٢ مبدأ دوبلر و النسبية
٣ : ٣ المجال الكهرومغناطيسى و النسبية
٣ : ٤ « الفراغ ــ الزمن و الجاذبيــة »



٣ : ١ ـ القصور و النسبية :

إن « قاعدة الجمع التركيبي للسرعات » ـ و تعرف عادة في النسبية باسم « قانون الجمع للسرعات » ـ هي الترجمة الرياضية المباشرة لـ « مبدأ ثبات سرعة الضوء » ، و لقد بات واضحاً ـ من خلال البند (٢ : ٥) أن اشتقاق هذه القاعدة كان نتيجة مباشرة لـ « مبدأ قصور الطاقة » و من ثم يمكننا النص باطمئنان :

« إن ثبات انتشار الطاقة و قصورها وجهان لحقيقة واحدة ٠» ٠

و لبيان إيجابية القصور في « النسبية » دعنا نعود إلى نقطة حصولنا على « قانون جمع السرعات » ـ الذي يعتبر صدى للقصور ـ من خلال الصياغة الميكانيكية ، و بالتحديد عودة إلى ماقبل الاسترسال للحصول على « تحويلات لورانتز » ؛ لأن « قانون الجمع للسرعات » هذا يصل بنا إلى مفترق الطريق ، و هدفنا ليس « تحويلات لورانتز » ٠

إن الملحوظة الهامة و الأساسية في « قانون الجمع للسرعات » الذي حصلنا عليه في البند (٢ : ٥) : علاقة رقم (3 - 5 : 2) ، هي حقيقة أن عملية الجمع للسرعتين " u " و " v " لا يتم بصورة خطية بسيطة خلافاً لما تم مناقشته في البند (١ : ٨) في إطار « تحويلات جاليليو » ٠

دعنا نناقش ، بشيء من التفصيل النتائج المترتبة على حقيقة كون الجمع للسرعات لايتم بصورة خطية : لنفرض أن جسيماً متحركاً بسرعة خطية في هيكل الرصد [S] مقدارها " u " و أن هذا الجسيم كما يرصده [S'] له سرعة مقدارها " u' " . إن كون " u' " أكبر من " u " لهو أمر طبيعي لوجود سرعة نسبية بينهما ، إنها حقيقة النسبية ، لكن الأهمية ترجع إلى طريقة جمع " u " و " v " للحصول على " u' " ، و لتوضيح المشكلة لنفرض أنه عند اللحظة t = o تصادف أن الجسيم و الراصد [S] و الراصد [S'] كانوا جميعاً عند نقطة الأصل ، و بعد ذلك بفترة زمنية مقدارها : t فإن الجسيم سيكون على بعد مقداره :

$$x = u t, \quad (3:1-1)$$

من الراصد [S] ، و يكون هذا الراصد قد ابتعد عن الراصد [S'] بمسافة قدرها :

$$l = v t, \quad (3:1-2)$$

أما الجسيم بالنسبة للراصد [S'] فسيكون على مسافة قدرها :

$$x' = u' t, \quad (3:1-3)$$

(لاحظ أن فرضية « نسبية الآنية » لم تدخل فى إطار حديثنا : أى أننا فى إطار نسبية جاليليو حيث " t = t' ") .

من (1 - 1 : 3) و (2 - 1 : 3) فإن :

$$x' = l + x$$

$$x' = v\,t + u\,t$$

$$x' = (v + u)\,t \quad , \quad \ldots\ldots \quad (3:1-4)$$

و بمقارنة (3 -1 : 3) و (4 - 1 : 3) نستنتج أنه إذا كانت :

$$u' = (u + v) \quad , \quad \ldots\ldots \quad (3:1-5)$$

فليس هناك مشكلة على الإطلاق ، و لكننا نعلم أن :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{u\,v}{c^2}} \quad , \quad \ldots\ldots \quad (3:1-6)$$

فهذا يؤدى إلى تناقض :

إن الجسيم نفسه بالنسبة للراصد [S] يكون فى مكان مختلف عن المكان الذى فيه بالنسبة للراصد [S'] ٠

فكيف يمكن أن يكون جسيم واحد فى مكانين مختلفين فى نفس اللحظة !؟ ٠

من الجلى أن هذا الوضع ناتج عن اختلاف قصور الجسيم عند الراصد [S] عنه عند الراصد [S'] : إنها حقيقة نسبية القصور ٠

عند هذا الحد نكون قد وصلنا إلى الغرض الذى من أجله تم إفراد هذا البند : إننا على رأس تناقض ثبات انتشار الطاقة بين هياكل الرصد الحرة : إننا الآن نمسك بطرف ذلك الخيط الرفيع الفاصل بين إيجابية المادة ، أو إيجابية الإطار الحاوى لها : إن عنصرا التناقض اللذين ظهرا لنا الآن هما : « المادة » و « الفراع ـ الزمن » :

« جسيم واحد فى مكانين مختلفين فى نفس اللحظة ! » ٠

منطقيًا عند دراسة كيفية فض هذا التناقض ، فإننا أمام احتمالين كلاهما غريب ، و النتائج المترتبة على أحدهما أكثر إثارة من النتائج المترتبة على الآخر :

الأول : إعادة صياغة إطار « الفراغ ـ الزمن » ،

الثانى : إعادة صياغة فكرة الجسيم المادى : حركته ، انتشار طاقتة ، تكوينه ، تماسكه ٠

و ليس أحد الاحتمالين أقل غرابة من الآخر ، و لقد وصلنا إلى هذا الموقف كحتمية لمبدأ « قصور الطاقة » ، إن هذا المبدأ قد حدد بالقطع أن للطاقة قصورًا ، و لكنه لم يحدد طريقة انتشارها أو انتقالها و تمركزها ،و لنأخذ مثلا : « كم » طاقة ، و ليكن تردده $10^{12} \times 3$ ذبذبة / ثانية ، فطول موجته هى 10^{-2} سم كما يقيسها الراصد [S] ، و لنفرض أن السرعة بين الهيكلين [S]و [S'] تجعل تردد نفس الكم هو $10^{6} \times 3$ ذ/ث عند الراصد [S']؛ فتكون طول موجته 10^{4} سم ؛ فأين تتمركز عنده طاقة هذا « الكم » أو كيف يتوزع انتشارها ! ؟ ٠

إن أسلوب صياغة التناقض بهذه الكيفية مكننا من تحديد الدور الذى

يلعبه الجسيم المادى ، و طاقته ، و انتقال (اختلاف) واقعه النسبى من مجموعة رصد إلى أخرى ، و أصبح واضحاً أيضاً احتمال أن يكون التناقض وليد عدم تحديد و تعريف تمركز قصور الطاقة ، أو إغفال قواعد انتشارها ؛ فبذلك تكون هذه الصياغة قد لفتت النظر إلى احتمال لايجوز منطقياً و لا علمياً إغفاله هو:

إمكانية فض التناقض بالتنقيب فى حجاب المادة و طاقتها ·

كبديهية أولية مسلم بها أخذت « النسبية الخاصة » « كم » الطاقة على أن له نفس تمركز و انتقال النقطة المادية المتماسكة ؛ فقادها هذا إلى حتمية مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » : تكافؤ بمعناه و نصه ، إن حقيقة مدى التكافؤ فى هذا المبدأ تكمن عند جذور هذا التناقض ؛ فهل التكافؤ هنا يعنى التماثل و التشابه و التطابق من كافة الوجوه ، و على الخصوص فى خاصيتى القصور و الانتقال ؛ أم أنه تكافؤ فى خاصية القصور دون الانتقال فتكون تسميته : مبدأ « قصور الطاقة » أكثر واقعية ؟ . إن حقيقة أنه يوجد دائما هيكل يكون فيه الجسيم ساكنا ، و أن كتلته المقاسة فيه هى كتلته الطبيعية ؛ فى حين أن الأمر جد مختلف فى حالة « كم » الطاقة حيث لايمكن ـ تحقيقاً لمبدأ ثبات انتشار الطاقة ـ إيجاد هيكل يكون فيه هذا « الكم » ساكناً . إن هذه الحقيقة توهن من مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » ، و بالتحديد فيما يتعلق بخاصية الانتقال ·

إن صياغتنا للنسبية من منطلقات ميكانيكية انطلقت من مبدأ « قصور الطاقة » ، وصولا إلى « قانون الجمع للسرعات » الذى مكننا من صياغة هذا التناقض على هذه الصورة ؛ لذلك سنطلق على صيغة هذا التناقض :

التناقض الناتج عن مبدأ « قصور الطاقة » . تفريقاً له عن صيغة التناقض ـ المألوف فى « النسبية الخاصة » ـ الناتج عن مبدأ « ثبات سرعة الضوء » بين هياكل الرصد الحرة . لقد وضعنا التناقض الناتج عن مبدأ « قصور الطاقة » أمام احتمالين ، فهل نجد مخرجاً منه بتخفيفنا لثقل مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » بإبعاد خاصية الانتقال عن هذا التكافؤ ؟ .

إن الصياغة الأصلية لـ « النسبية الخاصة » ـ كاختيار مسبق ـ انطلقت من فكرة الجسيم الصلد المتماسك ، و فضاً للتناقض الناتج عن « ثبات سرعة الضوء » تم من خلال « تحويلات لورانتز » صياغة فرضية « نسبية الآنية » ؛ فكان إنجازها الرائع أنها تجد أيضاً مخرجاً من التناقض الناتج عن مبدأ « قصور الطاقة » ، بالإضافة إلى إبقائها على مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » بمعناه و نصه ، والاحتفاظ بقانون بقاء حركة مركز ثقل القصور الكلى : إن فرضية « نسبية الآنية » قدمت تلقائياً و مسبقاً الحل للتناقض ؛ و ذلك بكونها قد هدمت أحد الأركان المسببة له ، حيث أن « نسبية الآنية » تعنى أن نفس اللحظة عند راصد ليست نفس اللحظة عند راصد آخر ؛ فزال التناقض على حساب خواص إطار « الفراغ ـ الزمن » .

فى الصياغة الأصلية لـ « النسبية الخاصة » كانت فكرة الجسيم ككتلة صماء صلدة متماسكة فكرة مسيطرة ؛ فلم يَتخل عنها صاحب النظرية ، بالرغم من صياغته لـ « قانون قصور الطاقة » المؤدى إلى ربط قصور الكتلة الطبيعية مع قصور طاقة حركتها ليشكلا معاً قصوراً كلياً للجسيم ، و مع

ماتقدمه هذه الصـورة من احتمال ازدواجـية الخواص للمادة ، ذلك لاقتناعه و تمسكه بأن الطبيعة يجب أن تدرس بصورة محددة قاطعة ، و ليس بصورة إحصائية احتمالية على الرغم مما تقدمه هذه الصـورة ـ الإحصائية الاحتمالية ـ من مفهوم انقلابى لفهم معانى النواميس المهيمنة على الطبيعة ؛ ذلك التمسك قد دفعه ـ كحل فريد ـ إلى إعادة النظر فى فكرة « الآنية » ؛ فوجد أن فرضية « نسبية الآنية » هى المخرج الفريد لحل التناقض الناتج عن « ثبات سرعة الضوء » . إن « نسبية الآنية » : هى فرضية جديدة أساسية مـُمَيزة لـ « النسبية الخاصة » وليس هناك من جدل فى أن هذه الفرضية هى « جواز المرور » إلى أرضية « النظرية النسبية الخاصة » ؛ فمن المستحيل بدون هذه الفرضية ـ مع التمسك بفكرة قصور الجسيم المادى المحدد المتمركز شاملا قصور طاقته أى الاحتفاظ بقانون بقاء حركة مركز ثقله ـ حل التناقض الناتج عن « ثبات سرعة الضوء » ؛ فكانت الانطلاقة الأصلية لـ « النظرية النسبية الخاصة » متمسكة بفكرة الجسيم المادى المحدد عبْرَ « مبدأ ثبات سرعة الضوء » قفزاً إلى « تحويلات لورانتز » هى الحل الوحيد المتاح أمامها . لقد كان استنباط « تحويلات لورانتز » مبنياً على اعتبار « نقطة هندسية » فى إحداثيات مجموعة الرصد [S] و تم إيجاد إحداثيات نفس النقطة فى مجموعة الرصد [S'] باعتبار «ثبات سرعة الضوء » شرطاً طبيعياً لهذه التحويلات ، و بعد استكمال الشكل الرياضى لهذه التحويلات تم استدعاء « الجسيم المادى » ليحل محل « النقطة الهندسية » ليخضع بذلك لخواص « الفراغ ـ الزمن » كما تعبر عنه « تحويلات لورانتز » ، فأفصح

الجسيم عن قصوره تلقائياً مجسماً إيجابية خواص « الفراغ ـ الزمن » و لقد تم ذلك بنجاح رياضي ساحق مدهش . غير أن الملاحظ أن « تحويلات لورانتز » ، تم تطبيقها ـ دونما تمييز ـ على سرعة الجسيم وهى ذات خاصية خطية محددة و متمركزة ، وعلى سرعة الضوء وهى ذات خاصية موجية محكومة بالتردد و طول الموجة ؛ فكان نتيجة لذلك « نقطة الربط النشاز » التى تم معالجتها بفرضية أن الكتلة الطبيعية ـ أى الكتلة الساكنة ـ لـ « كم » الضوء تساوى صفراً ؛ بهدف الوصول بالضوء إلى سرعته من خلال « تحويلات لورانتز » ، هذه المعالجة تحسب على « النظرية » بعكس ما يتم تقديمها على أنها لحسابها . إننا نفهمها على أنها تجسيد للاشيء ! : إنها محاولة تلفيقية لربط الكتلة بالطاقة ، و من جهة أخرى فهى النص على أن « كم » الضوء طاقة « صافية » غير محمولة على كتلة طبيعية ؛ فكانت الدعوة صريحة لنا لمعالجتها من خلال « مبدأ دوبلر » : حقيقة إزاحة مستويات الطاقة تحت تأثير الحركة النسبية ، حيث تم لنا الحصول على « قانون الجمع للسرعات » الشهير فى النسبية : المؤكد و المعبر عن ثبات انتشار الطاقة ، و كان ذلك من خلال فرضية استجابة تردد الطاقة للحركة النسبية ، و هذا يقودنا إلى اعتبار أن الكتلة الطبيعية الساكنة لها تردد هو مقياس لقصورها ، و التردد يقيس طاقة ، و من هنا يتم ربط الكتلة بالطاقة ، و يرفع الستار عن الطبيعة الازدواجية للمادة ، و يكون فى هذا التصور و الفهم لكتلة (قصور) الجسيم الساكن : نواة لحمل طاقته الحركية من خلال تردده الطبيعى و استجابته للحركة النسبية. (انظر بند ٣ : ٢)

عن « مــبــدأ دوبلر » والنســـبيــة ، و كـذلك اشـتـقـاق « قـانون الجـمع للســرعات » من خلال علاقات « تأثير دوبــلر » ملحق رقم ١٣ ٠

عـرفنا ما لــ « مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة » من انعكاس أساسى على مكنون الطبيعة . إن أقرب صورة رسمتها « النسبية الخاصة » للجسيم المادى فى ظل هذا المبدأ هى أن الجسيم عبارة عن نواة من كتلة طبيعية محاطة بهالة من طاقة حركته ، لقد صاغ مبدأ التكافؤ هذا ، اندماج الكتلة بالطاقة ليعطيا معاً قصوراً كلياً للجسيم . إن تعريف الجسيم المادى فى «النظرية النسبية الخاصة » يجعل له نفس التمركز و التحديد كما تصفه لنا ميكانيكا نيوتن التقليدية ، فقط أضيف إلى الكرة الصلدة الصماء تلك الهالة من قصور طاقة الحركة ؛ و بهذا المفهوم ليس من الصعب تخيل و فهم نقل طاقة الحركة لهذا الجسيم إلى جسيم آخر سواء بالتصادم المرن أو بالتصادم الغير مرن ، و فى الأخير فإن طاقة الحركة تتحول إلى طاقة صوتية و ضوئية و حرارية لها القدرة على الانتشار الموجى لتبقى بعد ذلك الكتلة الطبيعية الساكنة للجسيم و التى لايكشف عن مكنون طاقتها غير التفاعلات النووية ؛ أليس فى ذلك إيماءة إلى قواعد انتشار قصور الطاقة و اختلافها عن انتقال الكتلة الطبيعية بما يوهن من « مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة » ! ؟ ٠

إن تمسك « النسبية الخاصة » بهذا المفهوم التقليدى لفكرة الجسيم المادى و تمركز و التصاق طاقة حركته به يغلق كافة الأبواب أمام حل التناقض الناشئ ما عدا الباب الوحيد الذى دخلوه للقفز المباشر على خواص « الفراغ ــ الزمن » لإعادة صياغتهما ٠

فهل هناك إمكانية أخرى لفض التناقض هذا من خلال إعـادة صياغة و تعريف فكرة الجسيم المادى ـ خاصة بعد أن أظهر قدرة على حمل طاقة حركته ـ و يكون ذلك بالتمهيد لتصور و فهم أن كتلة الجسيم الطبيعية الساكنة لها تردد طبيعي هو مقياس لقصورها ، و أن استجابة هذا التردد للحركة هو ترجمة لـ « طاقة حركته » ؛ و بذلك يشمل تردد قصور الجسيم الكلى : تردد قصور كتلته الطبيعية مضافاً إليه تردد قصور طاقة حركته ؟ ٠

هل تندمج الكتلة الطبيعية مع قصور طاقة حركتها مع الاحتفاظ بالخواص المادية للكتلة ، و إظهار الخواص الموجية للطاقة ، لتظهر لنا ازدواجية الخواص للمادة ؟ ، و هل التناقض نتاج خلط بين انتقال قصور الكتلة الطبيعية الخطى و انتشار قصور الطاقة الموجى ؟ . إن قصور طاقة الحركة يلزمه بالتبعية فترة زمنية لتحديده ؛ لأن تحديد الحركة يلزمه فترة زمنية لقياسها ؛ فأين يتمركز قصور الجسيم شاملا قصور طاقة حركته خلال هذه الفترة الزمنية ؟ ؛ و باختصار هل يمكن حل التناقض من خلال فاعلية المادة مع الإبقاء على إطارها : « الفراغ ـ الزمن » محايداً : موجوداً وليس له فاعلية ؛ فتكون المادة حرة طليقة فيه ، قصورها نابع من ذاتها ؟ :

هل فرضية «دي برولي» عن طبيعة المادة هى الإيماءة الأولى لهذا المعنى ! ؟ ،

هل الطبيعة المادية لـ « كم » الضوء هى إضاءة لهذا المفهوم ! ؟،

هل مبدأ « اللايقين » لهيزنبرج علامة تشجيعية على الطريق ! ؟ ،

هل دراسة الطبيعة على صورة « إحصائية احتمالية » أمر لا مفر منه ! ؟ ،

هل « معادلات شوريدنجر » و دالة موجة الجسيم كافية لتغطية الموقف ! ؟ ؛

و باختصار : إن « نظرية ميكانيكا الكم » هى انقلاب على فكرة الجسيم المادى التقليدية ؛ فهل تعتبر كافية أم أننا فى حاجة إلى ثورة على تلك الفكرة لفض حجاب المادة و إفشاء سرها ؟ ٠

إنها ليست دعوة لأن تحل « نظرية ميكانيكا الكم » محل « النظرية النسبية الخاصة » لأن معنى ذلك هو الخلط فى الأمور : إن « نظرية ميكانيكا الكم » يمكن صياغتها فى إطار « النسبية الخاصة » أو « نسبية جاليليو » شأنها فى ذلك شأن النظرية النيوتونية فكلاهما تعنى بدراسة ميكانيكا المادة و حركتها انطلاقاً من تعريف فكرة الجسيم المادى و تعريف تمركزه وقواعد انتقاله و انتشاره ؛ فالنظرية النيوتونية مبنية على فكرة الجسيم المادى المتمركز ، أما « نظرية ميكانيكا الكم » ؛ فمبنية على اعتبار دراسة الطبيعة الازدواجية للجسيم ، فى حين أن « النسبية الخاصة » هى نظرية تعنى بدراسة إطار « الفراغ ـ الزمن » ؛ و بذلك فلا يمكن ـ منطقياً ـ أن تحل « نظرية ميكانيكا الكم » محل « النظرية النسبية الخاصة » : إنها إذاً دعوة لاعتبار مبدأ « قصور الطاقة » للجسيم من منظور « نظرية ميكانيكا الكم » و اختبار مدى سيادية قوانينها فى إطار « نسبية جاليليو » ؛ فقد يكون فى ذلك إزالة للتناقض الذى قادتنا إليه ميكانكيا نيوتن المبنية على فكرة قصور الجسيم المادى المتمركز ؛ فانسحبت هذه الفكرة على قصور طاقة حركة الجسيم فتولد التناقض ٠

قد يقال إن الصياغة التى قُدمت هنا هى صياغة معكوسة للنظرية الأصلية ، إن هذا القول قد جانبه الصواب ؛ فكيف يمكن منطقياً بعد

الوصول إلى « قانون الجمع للسرعات » من خلال الصياغة الأصلية ، أى من خلال « تحويلات لورانتز » ـ المبنية فى أساسها على اعتبار نقطة هندسية ، وأن فرضية « نسبية الآنية » قد ضُمّت فى صلبها ـ أن نعود فنتناقض مع الفرضيات الأساسية لهذه التحويلات ! ؟ .

إن الصياغة الميكانيكية لـ « نظرية النسبية الخاصة » قد وضعتنا على طول الخط الفاصل بين فاعلية « الفراغ ـ الزمن » أو فاعلية « المادة وحركتها » ؛ فهناك فى الصيغة الأصلية : « ثبات سرعة الضوء » قد أدى إلى « تكافؤ الكتلة بالطاقة » ، وهنا فى هذه الصياغة ، وبرفع تحفظنا على تكافؤ الكتلة بالطاقة ؛ فإن « قصور الطاقة » قد أدى إلى « ثبات سرعة الضوء » ، هنا قد يعود الرمى بالقول : إنه الانزلاق فى الحلقة التقليدية المفرغة !! ... حقاً .. و ليكن !! ... إن الانزلاق فى الحلقة المفرغة معناه أننا أمام حقيقة واحدة هى : أن « ثبات سرعة الضوء » و « قصور طاقته » هى حقيقة واحدة ! ، أليس فى ذلك إيماءة إلى أن ثبات سرعة الضوء يرجع إلى قصوره ؟ ، أى إلى خاصية مادية فيه ! ؟ ، و لكن تفادياً للانزلاق فى الحلقة المفرغة و الدوران فيها ، و تحت تحفظنا على « تكافؤ الكتلة بالطاقة » ؛ فإننا نقفز مباشرة لوضع التساؤل على الصورة التالية :

إذا كان للطاقة قصور فأين يتمركز ؟ ، وكيف ينتشر ! ؟ .

و بذلك تكون انطلاقة فض التناقض فى النسبية قد تغيرت مراميها و هذا مانهدف إليه : فبدلا من حل التناقض من منطلق تعريف السرعة كخارج قسمة « فراغ ÷ زمن » اعتماداً على ماتوحى به تسمية مبدأ « ثبات سرعة

الضـوء » ، بالإضافة إلى فرضية تمركز قصوره ؛ فإن تسمية مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » يضعنا أمام الاحتمال الآخر لحل التناقض و هو : إرجاع «ثبات انتشار الطاقة » إلى « نسبية ترددها » ، و يكون « مبدأ دوبلر » : حقيقة إزاحة مستويات الطاقة نتيجة للحركة النسبية مدخلا طبيعيا مؤهلا لتفسير و استيعاب حقائق تردد و انتشار الطاقة ·

لقد بات واضحا أن المنطق العلمي يحتم التنقيب في حجاب المادة للكشف عن مستورها ؛ فقد يكون فيه فض للتناقض في النسبية ، إن فرضية الجسيم المصمت الصلد هي حجر عثرة أمامنا ؛ فقد أدت إلى افتراض وجود مركز ثقل للقصور و الاحتفاظ بهذا المركز واحدا بين هياكل الرصد ، في حين أظهرت المادة عدم توافقها مع هذه الفرضية ؛ فكان هذا مدخلا لـ « نظرية ميكانيكا الكم » ، أليس في ذلك مايشجع على تبني إيجابية و فاعلية المادة ؟ ·

٣ : ٢ ـ مبدأ دوبلر و النسبية :

أثناء سيطرة فكرة وجود الإثير كوسط حامل للموجات الكهرومغناطيسية ، و منها موجات الضوء ، كانت المعطيات الأساسية لدراسة ظاهرة «تأثير دوبلر » فى الصوت متطابقة تماماً مع المعطيات الأساسية لدراسة نفس الظاهرة فى الضوء ، لكن بعد التحقق من « مبدأ النسبية » ، و التخلى عن فكرة ـ الإثير كوسط سحرى يملأ فراغ الكون المطلق الساكن ـ أصبحت المعطيات الأساسية لدراستها فى الصوت مختلفة عن معطيات دراستها فى الضوء ، لكننا انسياقاً و تمشياً مع التقاليد الراسخة عند دراسة هذه الظاهرة ؛ فإننا سنستمر فى اتخاذ دراستها فى الصوتيات كمدخل لدراستها فى الضوء ؛لذا لزم التنويه تفادياً لأى حيرة قد تسببها هذه الظاهرة.

إن « تأثير دوبلر » وجد تطبيقات فى علم الصوتيات ، و بالمثل فى علم الضوء ، و ذلك على أساس أن الصوت له سرعة ثابتة بالنسبة للوسط الحامل له كالهواء ، وأن هذه السرعة تتوقف فقط على كثافة و مرونة الوسط الحامل للموجات الصوتية ، تماماً كما كان للضوء سرعة ثابتة بالنسبة للوسط الحامل له ـ الإثير ـ و إن هذه السرعة تتوقف على خواص ذاتية فى الإثير أطلق عليها النفاذية و السماحية .

ببساطة شديدة يمكن وصف « ظاهرة دوبلر » فى علم الصوتيات بكيفية سماع ـ ملاحظ يقف على رصيف محطة قطار ـ صوت صفارة

القطار أثناء اقترابه من المحطة ، و أثناء ابتعاده عنها : إن صفارة القطار أثناء الاقتراب تسمع حادة ، أما أثناء الابتعاد فتسمع غليظة ، و فى علم الصوتيات تفسر هذه الظاهرة بأن تردد الموجة الصوتية لصفارة القطار أثناء اقترابه يكون عاليًا ، أما حين يبتعد القطار فإن تردد الموجة الصوتية لصفارته يكون منخفضًا ، و لقد اعتبرنا أن الملاحظ يقف على رصيف محطة القطار ، و أن الهواء المحيط به ساكن . إن حقيقة أن سرعة الموجة الصوتية ثابتة بالنسبة للوسط ـ الهواء ـ الحامل لها يرجع إلى ثبات كثافة و مرونة الهواء ، معنى ذلك أنه أثناء اقتراب القطار فإن سرعة الموجة الصوتية المسموعة لصفارة القطار هى نفسها سرعة الموجة الصوتية المسموعة أثناء ابتعاده . فى حين أثبتت تجربة الملاحظ على رصيف القطار أن تردد الموجة الصوتية أثناء اقتراب القطار عالية ، و أثناء ابتعاده منخفضة . هذا هو ملخص موقف « تأثير دوبلر » فى علم الصوتيات ، وعلى نفس الوتيرة تم تطبيق هذا المفهوم على الموجات الضوئية المنتشرة و المحمولة على الوسط الإثيرى الساكن فى الفراغ المطلق ؛ فلقد ظهر أن لون الشعاع الضوئى القادم من مصدر متحرك متجهًا إلى الملاحظ يميل إلى اللون البنفسجى ، أى أن تردده عالٍ ـ أى طاقته كبيرة ـ و أن الشعاع الضوئى القادم من مصدر متحرك مبتعدًا عن الملاحظ يميل إلى اللون الأحمر أى أن تردده منخفض ـ أى طاقته صغيرة : هذه هى « ظاهرة دوبلر » الضوئية ، و لقد كان من السهل صياغتها رياضيًا فى حالة وجود الإثير ـ كركيزة ـ حاملا لموجات الضوء ، بمعنى إيجاد تردد الموجة بدلالة ترددها الطبيعى ـ أى ترددها فى هيكل الرصد الساكن فيه

مصدر تردد الموجة ـ بمعرفة سرعة و اتجاه المصدر بالنسبة للملاحظ ، و لكننا لن نقوم بصياغة هذه الظاهرة رياضياً ، و ذلك نظراً لتشعب الاحتمالات بين مصدر متحـرك متجهاً إلى أو مبتعـداً عـن ملاحظ ساكن بالنسبة للإثير ، أو بين ملاحظ متحرك متجهاً إلى أو مبتعداً عن مصدر ساكن بالنسبة للإثير ، أو بين ملاحظ متحرك مبتعـداً عن أو مقترباً من مصـدر و كلاهمـا – أى المصـدر و الملاحظ – متحرك بالنسبة للإثير ؛ فكل هذه الاحتمالات سهلة الصياغة الرياضية و الدراسة ، و لكنها فى نفس الوقت تصيب الدارس بالدوار تأكيداً للدور الذى تلعبه هذه الظاهرة كحيلة من حيـل الطبيعة ، أو ساتر من سواترها ، أضف إلى ذلك أن فكرة الإثير نفسها قد فقدت مكانها فى الفكر العلمى ، و أصـبح لزاماً فـصل دراسـة هذه الظاهرة فى حـالة الصـوت عن دراستـهـا فى حـالة الضـوء ، على الأقل لأن الهـواء لايزال مـوجـوداً لحـمل موجـات الصوت فى حين أن الإثير كفكرة ، أو فرضيـة تم استبعادهـا تحت وطـأة « مبدأ النسبية » ٠

دعـنا الآن نصـيغ « ظاهرة دوبلر » رياضياً بعد استـبعاد فكرة الإثير ، و نوجد علاقة هذه الظاهرة « بمبدأ ثبات انتشار الطاقة » ٠ إن استبعاد فكرة الإثير قد خفض الاحتمالات المشار إليها سلفاً ـ بخصوص هذه الظاهرة ـ إلى احتمـالين فقط هما : أن يكون المصدر و الملاحظ أحدهما مقـتربا من ، أو مبتعدا عن الآخر ، و علم الرياضة يسهل لنا الأمر أكثر ؛ فيعتبـر أن هذين الاحتمالين هما فى الواقع احتمال واحد فقط حيث نحصل على الاحتمال

الثـانى بعكس إشـارة السـرعـة فى الاحـتـمـال الأول ، و فى مـقـابل هذه التخفيضات فى عدد الاحتمالات ؛ فإن الصعوبة تكمن الآن فى أنه ليس لدينا منطلق يمكن الارتكاز عليه بعد أن تم استبعاد الإثير « الوسط الساكن حامل الموجات » لذلك فإننا سـنفرض أن : لدينا الآن هيكلا الرصـد [S] و [S']، و مصـدر موجى موجود سـاكن عند نقطـة الأصـل فى الهيكل [S'] ، و سيطلق هذا المصدر سلسلة موجية عدد موجاتها " n' "(إننا نعنى بالسلسـلة الموجـيـة ، أو الشـعـاع الموجـى : شـعـاع يتـحـرك بسـرعـة خاضـعـة للعـلاقة : السرعة = التردد × طول الموجة ، و يعتبر الشعاع الضوئى هو حالة خاصة من الشعاع الموجى تكون فيها سرعة الأخير مساوية لسـرعة انتشار الضوء) ، و سيكون اتجاه هذا الشعاع هو الاتجاه الموجب لمحور السينات ، و بما أن عدد الموجات فى السلسلة حقيقة لامتغيرة عند الهيكلين ـ و هذه فى الواقـع هى نقطة ارتكازنا – لزم أن يكون عدد موجات الشعاع عند [S] هـو نفـس العدد عند [S'] ؛ فإذا فرضنا أن عدد موجات الشعاع عند [S] هو " n " ، فإن :

$$n = n'$$

إذا فرضنا أن تردد الشعاع الموجى فى الهيكل [S] هو " ν " ، و أن طول موجته هى λ ، و أن سرعته مقاسة بالنسبـة للهيكل [S] هى " u " ؛ فإن العـلاقة :

$$u = \lambda \nu ,$$

قائمة فى الهيكل [S] و بالمثل فـإذا فـرضنا أن تردد الشـعـاع الموجى فى

الهيكل ['S] هو " 'ν " ، و أن طول موجته هى " 'λ " ، و أن سرعته مقاسة بالنسبة للهيكل ['S] هى " 'u " فإ ن العلاقة :

$$u' = \lambda' \nu' \ ,$$

قائمة فى الهيكل ['S] . و يمكننا الحصول على العلاقة التى تربط تردد الشعاع الموجى فى الهيكلين ، و للتفاصيل الرياضية انظر الملحق رقم (١٠) ومنه نحصل على العلاقة رقم (23 - 10) :

$$\nu = \nu' \left(1 - \frac{v}{u'} \right)$$

و هى العلاقة التى تربط التردد " ν " المقاس فى الهيكل [S] بالتردد " 'ν " فى ا لهيكل ['S] ، بدلالة " v " السرعة النسبية بين الهيكلين ، و كذا " 'u" : سرعة انتشار الشعاع فى الهيكل ['S] ، و لقد تم اشتقاق هذه العلاقة تأسيساً على « تحويلات الإحداثيات الجاليلية » بين هيكلى الرصد [S] و ['S] ·

و حسب مايتطلبة « مبدأ النسبية » ؛ فإن العلاقة المقابلة رقم (24 - 10) التى تربط التردد المقاس فى الهيكل [' S] بالتردد المقاس فى الهيكل [S] بسرعة انتشار الشعاع فى الهيكل [S] تكتب على الصورة :

$$\nu' = \nu \left(1 + \frac{v}{u} \right)$$

و يتم الحصول عليها بتطبيق الطريقة النمطية فى « النسبية » ، أى بتغيير إشارة السرعة " v " مع استبدال التردد " ν " بالتردد " 'ν " ، و أيضاً استبدال السرعة " u " بالسرعة " 'u " ، و بطبيعة الحال يمكن أيضاً الحصول على العلاقة (24 - 10) من العلاقة (23 - 10) بوضع :

$$u' = u + v$$

و هذا أيضاً هو عين مطلب النسبية من منظور مرادف ٠

و حسب ما يتطلبه « مبدأ ثبات انتشـار الطاقة » ، فإنه عندما تؤول " u " إلى " c " ، فإن " u' " تؤول هى الأخرى إلى " c " و نكتب هـذا الشرط على الصورة :

$$u = u' = c \,, \quad \dots\dots \quad (3:2-1)$$

حيث " c " هى السرعة السـيادية لانتشار الطاقة فى جميع هياكل الرصد الحرة ، (هذه هى الترجمة الرياضية لـ « مبدأ ثبات انتشار الطاقة ») ، فعلى ذلك فإن العلاقة (23 - 10) تكتب على الصورة :

$$\nu = \nu' \left(1 - \frac{v}{c} \right) \,, \quad \dots\dots \quad (3:2-2)$$

وبالمثل فإن العلاقة (24 - 10) تكتب على الصورة :

$$\nu' = \nu \left(1 + \frac{v}{c} \right) \,, \quad \dots\dots \quad (3:2-3)$$

(أى أننا اعتبرنا الشعاع الموجى شعاعاً ضوئياً خاضعاً لمبدأ ثبات انتشار الطاقة) ، و بمقارنة (2 - 2 : 3) و (3 - 2 : 3) يتضح أن تحقيقهما يتم فقط فى حالة انعدام السرعة النسبية بين الهيكلين ـ و هذا متوقع منطقياً ـ و لكنه هنا يعنى ببساطة أن « تحويلات جاليليو » بمفردها لا يمكنها استيعاب مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » بين هياكل الرصد ٠

فى واقع الأمر ، إننا هنا عند جذور التناقض الشـهـير الذى عُنيت به « النظرية النسبية » ، و قد تم صـياغته بدلالة « تردد الطاقة » ، و من خلال « مبدأ دوبلر » ٠

إن « مبدأ النسبية » : حقيقة تكافؤ هياكل الرصد الحرة ، قد تم تأسيسه كبدهية أولية قائمة على مبدأ التكافؤ الكونى ، و لم يتضمن أى شروط تقيد العلاقة التحويلية التى تربط إحداثيات هياكل الرصد ، و معنى ذلك أن نموذج « النظرية النسبية » القائم سواء على « تحويلات جاليليو » أو على « تحويلات لورانتز » يصلح كنموذج طبيعى (طبعًا فى حدود صلاحيات « مبدأ النسبية »)، أما بعد إرساء و تحقيق مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » ، بان جليًا ضرورة تحقيق المبدأين معًا : « مبدأ النسبية » و معه مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » ، و هذا يحتم افتراض وجود قيود إضافية ، و منطقيًا فإن هذه القيود : إما أن تكون على إحداثيات « الفراغ ـ الزمن » ، و إما أن تكون على حساب المادة و قواعد انتشار طاقتها . و لقد اجتازت « النسبية الخاصة » الموقف ـ بنجاح رياضى ساحق مدهش مثير ـ بفرضيتها المميزة : « نسبية الآنية » ، و يبقى لنا محاولة إيجاد حل بديل تقليدى من خلال قواعد انتشار الطاقة : ترددها ، بدلا من القفز المباشر على خواص إطار « الفراغ ـ الزمن » .

حيث أن الحركة النسبية هى واقع و حقيقة لاريب فيها ؛ فإن إزاحة الألوان نتيجة للحركة النسبية بين مصدر شعاع ضوء و ملاحظه هى أيضًا حقيقة لامظهرية فيها ، و إن محاولة الفصل بين ماهو ظاهرى ، و ماهو حقيقى فى « تأثير دوبلر » (و سببها فى الأصل يرجع إلى الإفساد الذى سببته فكرة «الإثير» الوسط الحامل الساكن فى الفراغ المطلق) هى محاولة تنم عن ضعف الإيمان و اليقين فى حقيقة نسبية الحركة .

إن « مبدأ النسبية » يؤدى إلى أن « الواقع نسبى » : إنه حقيقة نسبية الواقع ، و على ذلك فإن إزاحة لون الشعاع الناتج عن كيناماتيكا الحركة النسبية هى : حقيقة من حقائق الطبيعة ، و يصبح الحديث عن الجزء الظاهرى و الجزء الحقيقى فى هذه الإزاحة فاقدًا لمضمونه . و قد يكون

المقصود فى هذا الحديث ـ كما سيتضح بعد ـ هو الفصل بين ماهو معتمد ـ فى « تأثير دوبلر » ـ على الحركة ، و ما هو معتمد على الحركة دون اتجاهها (أى على مربع سرعة الحركة) ، و حيث أنه ليس هناك حركة دون اتجاه ؛ فإن الفصل بينهما ستكتنفه صعوبات فى سبيل الوصول إلى « تأثير دوبلر العرضى » ، أى : الإزاحة فى اللون الناتجة عن تأثير الحركة دون اعتبار لاتجاهها ٠

دعنا الآن نأخذ الحقائق التالية فى الاعتبار بهدف صياغة فرضية « نسبية تردد الطاقة » و التعريف بمضمونها :

إن فرضية « بلانك » الشهيرة :

$$E = h\nu ,$$

مؤداها أن الطاقة تتناسب مع ترددها ، و باعتبار « مبدأ قصور الطاقة » فهى تقودنا إلى الفرضية المرادفة : « تردد القصور » : بمعنى أن للقصور ترددًا ؛ و القصور ظاهرة طبيعية ، فباعتبار « مبدأ النسبية » فالقصور نسبى ، و هذا يؤدى بداهة إلى أن تردد الطاقة نسبى ، و بعبارة أخرى : للطاقة قصور ، و القصور نسبى ؛ فالطاقة نسبية ، و يعبر عنها بترددها ؛ فيكون تردد الطاقة نسبيًا ٠

و أيضًا : الطاقة حركة ، و الحركة نسبية فتكون الطاقة نسبية ، و ترددها بالتبعية نسبى ٠

و أيضًا : إن الدراسة التقليدية للحركة التوافقية البسيطة فى هيكلها الطبيعى – أى الهيكل الساكن فيه مركز هذه الحركة – توضح لنا العلاقة بين التردد و قصور المتردد حيث :

« يقل التردد بزيادة كتلة (قصور) المتردد ٠ » ،

إن هذه العلاقة حقيقة أولية للحركة التوافقية البسيطة ؛ فإذا اعتبرنا « مبدأ قصور الطاقة » ؛ فإنه يلزم إعادة صياغتها على أساس أن قصور المتردد دالة في سرعته ؛ و من باب أولى ؛ و من مفهوم النسبية ؛ فإن هذه العلاقة يلزم أن تأخذ في حسبانها اختلاف قصور المتردد مرصوداً من هياكل الرصد الأخرى .

ألا تمهد لنا هذه الحقائق الطريق إلى فرضية « نسبية تردد الطاقة » و نعني بها : نسبية تردد الطاقة (القصور) الناتجة عن الحركة النسبية بين هياكل الرصد ، (و هي المنتجة لـ « تأثير دوبلر العرضي ») ؟ .

إن علاقات « تأثير دوبلر » السابقة رقم (2 - 2 :3) , (3- 2 : 3) قد ربطت بين تردد « شعاع ضوئي » : « كم ضوء » في الهيكل [S] و تردده في الهيكل [S'] ، و لكنها لم تأخذ في حسبانها « نسبية تردد الطاقة » .

إن فرضية « نسبية تردد الطاقة » تفرض نفسها بين هياكل الرصد الحرة و تغنينا ـ لفض تناقض ثبات الانتشار للطاقة بين هياكل الرصد الحرة ـ عن فرضية « نسبية الآنية » التي تم إدخالها بالقفز المباشر على إطار « الفراغ ـ الزمن » .

بفرضية « نسبية تردد الطاقة » نكون قد أرجعنا « ثبات انتشار الطاقة » بين هياكل الرصد الحرة إلى نسبية قصورها : أي إلى خواصها المادية .

و قبل الدخول في التفاصيل الرياضية التي تظهر الدور الذي تلعبه فرضية « نسبية تردد الطاقة » في تثبيت انتشار الطاقة بين هياكل الرصد الحرة ، دعنا نفحص مدى توافق هذه الفرضية مع حقائق الطبيعة :

إن حقيقة « ثبات انتشار الطاقة » بكافة مستوياتها في هيكل الرصد الواحد تُفَسَر باختلاف ألوان الضوء نتيجة لاختلاف تردد كل لون ، و على

نفسِ الوتيرة فإن اختلاف اللون مع ثبات الانتشار بين هياكل الرصد الحرة يُفسَر بالتبعية بأنه اختلاف مستوى الطاقة (أى أن تردد الطاقة نسبى) فى هياكل الرصد ، إن حقيقة أن تردد الطاقة نسبى لهى حقيقة يفشيها « مبدأ دوبلر » : حقيقة إزاحة مستويات الطاقة نتيجة للحركة النسبية ؛ و بعبارة أخرى فإنه يوجد دائماً هيكل رصد يكون فيه مصدر الطاقة ساكناً ، و يكون فيه تردد الطاقة هو ترددها الطبيعى ، إن « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » بكافة مستوياتها فى أى هيكل حر مع حقيقة استقلالية « كم الطاقة » عن مصدره يؤدى إلى اعتبار أن أى هيكل رصد حر هو هيكل طبيعى للطاقة : إنها حقيقة توافق « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » مع « مبدأ النسبية » ، إن الثابت هو انتشار الطاقة أما ترددها فهو نسبى : إنها « نسبية تردد الطاقة » .

دعنا نستكمل الآن الصيغة الرياضية لـ « تأثير دوبلر » :

إن التغير فى قصور الطاقة ـ بين هيكلى الرصد ـ معناه التغير فى تردد الطاقة ، فيضاف إلى التغير فى التردد الناتج عن الحركة بين الهيكلين ، فإذا كان معامل التغير نتيجة لقصور الطاقة هو " β " فإن العلاقتين (2 - 2 : 3) و (3 - 2 : 3) تؤولا إلى الصورتين :

$$\nu = \nu' \beta \left(1 - \frac{v}{c}\right), \quad \text{......} \quad (3:2:4)$$

$$\nu' = \nu \beta \left(1 + \frac{v}{c}\right), \quad \text{......} \quad (3:2-5)$$

و بالضرب فإن :

$$\nu \nu' = \nu' \nu \beta^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right), \quad \text{......} \quad (3:2-6)$$

و منها فإن :

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c2}}}$$

و هذا هو معامل « النظرية النسبية الخاصة » الشهير ، تم الحصول عليه بناء على فرضـية « نسبية تردد الطاقة » و من خلال « مبدأ دوبلر » و فـى إطـار « نسـبية جـاليليـو » حيث « سـيادية الآنيـة » . و من الواضح أيضاً الـدور الـذى يلعبه هـذا المعـامل " β " فى تثبيـت سـرعة الضـوء بين الهيكـلين.
و بالتعويض بهذا المعامل فى العلاقة (4 - 2 : 3) نحصل على :

$$\nu = \nu' \frac{1-\frac{v}{c}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \dots\dots\dots \quad (3:2-7)$$

و بالتعويض بهذا المعامل فى العلاقة (5- 2 : 3) نحصل على :

$$\nu = \nu' \frac{1+\frac{v}{c}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \dots\dots\dots \quad (3:2-8)$$

فإذا اعتبرنـا أن المصدر ساكن عند الراصد [S'] ، فإن :

$$\nu' = \nu_o \quad , \quad \dots\dots\dots \quad (3:2-9)$$

و بذلك تكتب (7- 2 : 3) على الصورة :

$$\nu = \nu_o \frac{1-\frac{v}{c}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \dots\dots\dots \quad (3:2-10)$$

و هى نفس الصيغة التى تقدمها « النسبية الخاصة » للتعبير عن « تأثير دوبلر » ، و قد تم الحصول عليها دون اللجوء إلى « تحويلات لورانتز » : تم الحصول عليها بأخذ فرضية « نسبية تردد الطاقة » كأساس ؛ فنكون قد أرجعنا ثبات انتشار الطاقة إلى إيجابية المادة (فى صورة استجابة تردد طاقتها للحركة النسبية) و كان ذلك فى ظل « نسبية جاليليو » حيث الآنية سيادية مطلقة ، و بهذا تتحقق مقولتنا :

إن الطريق إلى « ثبات انتشار الطاقة » يمر بـ « تأثير دوبلر » ·

و الآن يمكننا النص باطمئنان على :

إن مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » هو نتاج « مبدأ النسبية » يُظَاهره ويعاونه مبدأ « قصور الطاقة» من خلال «مبدأ دوبلر»·

لقد حصلنا فى (ملحق رقم ١٣) و من خلال « مبدأ دوبلر » على « قانون الجمع للسرعات » الشهير :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3:2-11)$$

وكان لحركة موجة فى الهيكل [S] بسرعة ـ لا تساوى سرعة الضوء ـ هى حاصل ضرب ترددها فى طولها أى :

$$u = \lambda \nu \quad , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3:2-12)$$

و تساوى :

$$u' = \lambda' \nu' \quad , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3:2-13)$$

فى الهيكل ['S]، و هذا يعنى عدم التمسك بمركز حركة للموجة هو نفسه واحد فى الهيكلين ، أى التخلى عن قانون بقاء حركة مركز ثقل القصور الكلى فى الهيكلين ككيان مادى واحد فيهما : إنها طبيعة الحركة الموجية ٠

و لقد قدمنا أيضاً فى الملحق رقم (١٢) بعض العلاقات التى تقدمها « النسبية الخاصة » ، و لقد تم ذلك من خلال « مبدأ دوبلر » يُظَاهره « مبدأ النسبية » جنباً إلى جنب مع مبدأ « قصور الطاقة » ، و من المناسب هنا مقارنة العلاقات تحت رقم (6 - 6) ملحق رقم (٦) مع قرينتها رقم (15 - 12) ملحق (١٢) ٠

و بذلك نكون قد فرغنا من دراسة « مبدأ دوبلر » تأسيساً على « تحويلات جاليليو » تُظاهرها فرضية « نسبية تردد الطاقة » لتثبيت انتشار الطاقة خضوعاً لـ « الآنية السيادية المطلقة » ٠

و الآن لنبدأ فى دراسة « مبدأ دوبلر » من منظور « النسبية الخاصة » أى تأسيساً على « تحويلات لورانتز » المتضمنة فى صلبها فرضية « نسبية الآنية » فنحصل على :

$$\nu = \nu_0 \frac{1 - \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \,, \qquad \text{(3 : 2 - 17)}$$

انظر ملحق رقم (١٢) ٠

و هكذا يتبين أنها نفس العلاقة (10 - 2 : 3) ، و لا عجب فلقد بات واضحاً لنا فى دراسة « النسبية الخاصة » أن ثبات سرعة الضوء هو تعبيرها عن القصور ، و أن خواص « الفراغ ـ الزمن » تتناغم من خلال « تحويلات لورانتز » لاستيعاب هذا المبدأ ـ « مبدأ ثبات سرعة الضوء » ـ و أن هذه الحقائق قد تغلغلت فى « تحويلات لورانتز » بحيث لايمكن الفصل فى هذه التحويلات بين القصور و ثبات سرعة الضوء : إنهما وجهان لحقيقة واحدة ؛ فنحصل من خلال « تحويلات لورانتز » بطريقة مباشرة على نفس العلاقة التى حصلنا عليها من خلال « تحويلات جاليليو » المعضّدة بفرضية « نسبية تردد الطاقة » .

جرت محاولة هى : ضرب بسط ومقام العلاقة (17 - 2 : 3) فى المعامل " β " :

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

لوضع هذه العلاقة على الصورة :

$$\nu = \nu_o \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{v}{c}} \qquad \text{(3 : 2 - 18)}$$

و يؤخذ و يترجم البسط فى الطرف الأيمن على أنه البطء فى التردد الناتج عن « تباطؤ الزمن » : السمة المميزة لـ « النظرية النسبية الخاصة » .

إن هذه المحاولة تضع « النظرية النسبية الخاصة » فى تناقض صارخ ؛ فكيف أن الزيادة فى الطاقة نتيجة للحركة تترجم على أنها انخفاض فى

التردد ، أى كيف أن « تأثير دوبلر العرضى » ـ من خلال هذه العلاقة رقم (18 - 2 : 3) ـ يفهم على أنه إزاحة حمراء ! ، فى حين أننا نفهم أن الحركة تؤدى إلى زيادة فى الطاقة : أى أننا نتوقع أن تكون الإزاحة زرقاء ! ؟ ، و بعبارة أخرى : إن الطاقة تتناسب مع ترددها فكيف تظهر زيادة الطاقة نتيجة للحركة كانخفاض فى ترددها ! ؟ ٠

علاوة على أن أى محاولة لفهم العلاقة (10- 2 : 3) أو (17 - 2 : 3) على أساس إمكانية الفصل بين ماهو حقيقى و ما هو ظاهرى فيها ، أو الفصل بين ما هو راجع إلى « النظرية النسبية » ، أو غير راجع لها ، تلك المحاولات تنم عن الضعف فى فهم ، أو استيعاب « النسبية » ، و ذلك ببساطة لأن « النظرية النسبية » ليست إضافة لحقائق ؛ بل إنها إعادة لصياغة الحقائق ٠

إن « تأثير دوبلر » يحتاج إلى إيضاح : ففى حين أن « تأثير دوبلر العرضى » هو : التغير فى التردد الناتج عن التغير فى القصور نتيجة للحركة دون اعتبار لاتجاهها ، نجد أن « تأثير دوبلر الطولى » هو : التغير فى التردد الناتج عن كيناماتيكا الحركة ، أى إزاحة حمراء ، أو زرقاء حسب ابتعاد المصدر عن ، أو اقترابه من ملاحظه ؛ فتكون محاولة الفصل بين « تأثير دوبلر العرضى » و « تأثير دوبلر الطولى » ـ من هذا المنطق ـ ممكنة نظرياً ٠

و لكن الجدير بالإشارة هو أنه : حيث أن الحركة النسبية حقيقة ؛ فإن كافة الإزاحات الناتجة عن الحركة حقيقة لامظهرية فيها ، و هذه حقيقة يجب ألا تغيب عن دارس « مبدأ دوبلر » : إنها حقيقة النسبية .

بالإضافة إلى ما سببته فكرة الإثير من تضليل ، فإن الخلط بين حركة « كم » الضوء و حركة مصدره قد سبب المزيد من الحيرة فى فهم « ظاهرة

دوبلر » : إن هذه الظاهرة يمكن أن تفهم على أن تردد « كم » الضوء قد تحدد بمعطيات حركة مصدره ، ثم كيّف تردده فأصبح « كم » الضوء كيانًا مستقلاً عن مصدره ، وكان التحديد و التكيف خضوعًا لسيادية « الآنية المطلقة » تحقيقًا لـ « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » ؛ فكان ذلك على حساب لونه (تردده) الذى اختلف من هيكل إلى آخر طبقًا لعلاقات دوبلر السالفة ٠

و لكن إذا رجعنا إلى العلاقة (10- 2 : 3) و بضربنا بسط و مقام طرفها الأيمن فى المعامل " β " :

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

نحصل على :

$$\nu = \nu_o \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{v}{c}} , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3:2-19)$$

وكان ذلك بهدف أن نتمكن من التعبير اللفظى عن « تأثير دوبلر » بسهولة و وضوح . و دون لبس ـ حيث البسط و المقام فى الطرف الأيمن الآن هما معاملا تصغير للتردد " ν_o " ـ بالنص التالى :

« إن تردد شعاع الضوء بالنسبة لهيكل الرصد المبتعد

عن مصدر الشعاع أقل من التردد الطبيعى للشعاع ٠» ؛

أى أن الشعاع يميل إلى الاحمرار (إزاحة حمراء) لا زيغ و لا مظهرية فى

احمرارها ، اما إذا كان الراصدان [S] و ['S] مقتربين من بعضهما ؛ فإننا نحصل على العلاقة المماثلة بسهولة ، و ذلك فقط بتغيير إشارة السرعة في (10 - 2 : 3) و منها ينتج أن :

$$\nu = \nu_0 \frac{1 + \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \quad \text{...} \quad (3 : 2 - 20)$$

و حيث أن البسط والمقام فى الطرف الأيمن للعلاقة (20 - 2 : 3) هما معاملا تكبير للتردد " ν_0 " ؛ فمن هذه العلاقة يمكن أيضاً بسهولة و وضوح و دون لبس النص على أن :

« تردد شعاع الضوء بالنسبة لهيكل الرصد المقترب من مصدر الشعاع أعلى من التردد الطبيعى للشعاع ٠» ،

أى أن الشعاع يميل إلى اللون الأزرق (إزاحة زرقاء) لا زيغ و لا مظهرية فى زرقتها ٠

و بين حقيقة النصين السابقين تكمن روعة مقدرة « تأثير دوبلر » على ستر تأثير الحركة ـ دون اتجاهها ـ على التردد ؛ فلقد أظهر هذا التأثير كفاءته المدهشة فى التمويه على هذا التردد الناتج عن نسبية قصور الطاقة بحيث قد يمكن فقط و بصعوبة بالغة لمح هذا التأثير من خلال مايعرف بـ « تأثير دوبلر العرضى » ٠

إن الطبيعة اتخذت من « مبدأ دوبلر » ساتراً للدور الذى يلعبه تردد الطاقة لتثبيت انتشارها خضوعاً لسيادية الآنية المطلقة ، فلقد موهت هذه

الظاهرة على حقيقة تردد قصور الطاقة الناتجة عن الحركة النسبية ؛ فظلت حقيقة قصور الطاقة غائبة حتى نهاية القرن التاسع عشر ٠

تفاديًا لمزيد من الحيرة فى دراسة « ظاهرة دوبلر » يجدر بنا التفريق بين حالتى تغير إشارة السرعة ظهرتا لنا فى هذا الفصل : ففى العلاقتين (7 - 2 : 3) و (8 - 2 : 3) كان التغير فى إشارة السرعة وليد مطلب « مبدأ النسبية » فكان التغير ناتجًا عن الانتقال من [S] إلى [S'] أو العكس و لا يزال المصدر و الملاحظ مبتعدين عن بعضهما ٠

أما الحالة الأخرى من تغير إشارة السرعة فكانت لمقارنة التردد بين ملاحظ و مصدر فى حالة اقتراب ، أو ابتعاد عن بعضهما فكانت العلاقتان (10- 2 : 3) و (20 - 2 : 3) ، لذا وجب التنويه ٠

مما هو جدير بالملاحظة : أن العلاقة (10 - 2 : 3) مشتقة بناء على « تحويلات جاليليو » مضافًا إليها التغير فى التردد الناتج من فرضية « نسبية تردد الطاقة » ، فى حين أن العلاقة (17 - 2 : 3) مشتقة مباشرة من « تحويلات لورانتز » المتضمنة لفرضية « نسبية الآنية » فى صلب تكوينها ، وشتان بين أساسيات اشتقاق هاتين العلاقتين . و بعبارة أخرى : إن « تحويلات جاليليو » بمفردها لايمكنها احتواء حقيقة « ثبات انتشار الطاقة » بين هياكل الرصد الحرة ، أما بعد إدخال فرضية « نسبية تردد الطاقة » ظهيرًا لهذه التحويلات فإن ثبات انتشار الطاقة يمكن استيعابه فى « نسبية جاليليو » ،

بخلاف «تحويلات لورانتز» المتضمنة فـى صلب تكوينها فرضيـة « نسبية الآنيـة » : حيث ثبات سرعة الضوء أحد مسلماتها التى بنيت عليها هذه التحويلات ٠

استمرارًا فى الحديث عن « مبدأ دوبلر » ؛ فإننا نريد إظهار مدى ارتباطه بمبدأ « ثبات انتشار الطاقة » ؛ و لهذا الغرض نفرض أن الراصد [S'] لديه مصادر ضوء بألوان مختلفة و أنه قام بقياس سرعة الضوء لكل مصدر على حده ، بواسطة « عجلة فيزو » ؛ فوجد أن سرعة كافة ألوان الضوء واحدة ، و حيث أن لون الضوء مقياس لـ «كم» طاقته ؛ فهذا معناه أن انتشار الطاقة ثابت بالنسبة للراصد الطبيعي (أى الراصد الساكن لديه مصادر هذه الطاقات) ، و لنفرض الآن أن الراصد [S] لديه مصدر ضوء ساكن و قام بقياس سرعة ضوء هذا المصدر بواسطة « عجلة فيزو » الخاصة به ؛ فوجدها ـ بطبيعة الحال ـ نفس القيمة ، أما بالنسبة للراصد [S'] ؛ فسيرى نفس الشعاع مُزاحًا إلى اللون الأحمر ، و لكنه سيتأكد أنه يمكنه أن يجد لديه شعاعًا طبيعيًا مطابقًا تمامًا لهذا الشعاع ، ومن ثم سيقر بمبدأ « ثبات انتشار الطاقة » مهما كان مصدرها ، سواء كان ساكنًا ، أو متحركًا بالنسبة له ، و سيعتبر العلاقة :

$$\nu \lambda = c , \qquad \text{......} \qquad (3:2-21)$$

هى علاقة سيادية على جميع هياكل الرصد : أى أنها متوافقة مع « مبدأ النسبية » ، و باعتبار أن « ثبات انتشار الطاقة » ظاهرة طبيعية فيمكننا تقبل و استيعاب و ترجمة السرعة النسبية بين هياكل الرصد على أنها المنتجة

للاختلاف في تردد الطاقة : أى الاختلاف فى ألوان الضوء خضوعاً لسيادية الآنية المطلقة ، و بذلك فإن ثبات سرعة الضوء بين هياكل الرصد الحرة يكون على حساب لونه ٠

إن مبدأ « ثبات سرعة الضوء » مشروطاً باعتبار الطبيعة الموجية للضوء لهو تعبير مرادف لمبدأ « ثبات انتشار الطاقة » ، و إن الخروج من التناقض الشهير ـ لثبات سرعة الضوء بين هياكل الرصد الحرة ـ يكون على أساس أن انتشار الضوء ليس له تمركز و انتقال النقطة المادية ، و بالمناسبة فإن طريقة « عجلة فيزو » لقياس سرعة الضوء ، وكذا « تجربة ميكلسون و مورلى » مبنيتان نظرياً على الخاصية الموجية للضوء ٠

لقد كنا نهدف ـ عند قيامنا باشتقاق « قانون الجمع للسرعات » سواء من خلال « مبدأ دوبلر » ، أو من خلال « القانون الثانى لنيوتن » ـ إلى تبديل مرامى « النظرية النسبية » ، حيث كان الغرض فى « النسبية الخاصة » هو تثبيت سرعة الضوء بين الهياكل الحرة ؛ فظهر لنا مدى الحاجة إلى إعادة تعريف ، و صياغة حركة قصور طاقة المادة ٠

إن فرضية « بلانك » الشهيرة :

$$E = h V,$$

تنص على أن : الطاقة تتناسب مع ترددها ، و من منظور « مبدأ قصور الطاقة » ؛ فإن هذه الفرضية تؤدى إلى فرضية « تردد القصور » : بمعنى أن للقصور تردداً ٠

إن الطبيعة الموجية لانتشار الطاقة و عدم تمركزها تجعل أمامنا سعة و مرونة ، و تخفف من وطأة الحاجة إلى الاحتفاظ بقانون بقاء حركة مركز

ثقل القصور للمادة ؛ فإذا أضفنا إلى ذلك محاولة فهم أن كتلة الجسيم الطبيعية الساكنة لها تردد طبيعى هو مقياس لقصوره ؛ فقد يكون فى ذلك بداية لإعادة فهم و تصور الجسيم ، و التخلى عن صورته التى أدت إلى اعتبار أن الكتلة الطبيعية الساكنة : طاقة مجمدة ؛ فهذا التعبير يوحى بل و يترجم سيطرة فكرة الجسيم الصلد المتماسك ، أما استبداله و استخدام التعبير : « التردد الطبيعى للقصور الساكن » ؛ فقد يكون فيه نواة لفرضية إيجابية المادة ؛ حيث نستطيع من خلال استيعابنا لـ « مبدأ النسبية » فض خطاب الطبيعة بخصوص « مبدأ دوبلر » على أنه بيان لإيجابية المادة باستجابة ترددها للحركة النسبية ٠

و قبل أن نختتم هذا الفصل فلنا كلمة : لقد اتُخذت قاعدة (قانون) الجمع التركيبى للسرعات على أنها مُترجمة لـ « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » بين هياكل الرصد ، و لقد تم بنجاح الحصول على هذا القانون بعد اعتبار « مبدأ قصور الطاقة » ، و فى إطار « نسبية جاليليو » بآنيتها السيادية المطلقة ، وكان ذلك فى مسارين مستقلين :ـ

الأول : من خلال « قانون نيوتن الثانى » : المصمم لدراسة ديناميكا حركة النقطة المادية ؛ فكان ضغط الحاجة إلى تمركز قصور طاقة حركة الجسيم لإلصاق قصور طاقة حركته بقصور كتلتة الطبيعة للاحتفاظ بقانون بقاء حركة مركز ثقل قصوره الكلى بين هياكل الرصد ٠

الثانى : من خلال « مبدأ دوبلر » : المؤهل لدراسة إزاحة مستويات الطاقة نتيجة للحركة النسبية ، وكانت خاصية التردد الموجي و لا تمركز قصور الطاقة قادرة على منحنا رحابة و سعة للتخلى عن قانون بقاء حركة مركز ثقل القصور ·

و فى كلا المسارين ، و فى ظل « نسبية جاليليو » ، بات واضحاً ضرورة التخلى عن الفكرة التقليدية للمادة حتى يمكن التوافق مع قواعد الجمع التركيبى للسرعات . و لقد كانت هذه الضرورة نفسها ـ و من منطلقات مختلفة تماماً ـ هى الدافع لتأسيس « نظرية ميكانيكا الكم » ·

إن هذا الموقف فى المقابل له صداه فى ظل « النسبية الخاصة » ؛ فإن تمسكها بفكرة الجسيم المتماسك و احتفاظها بقانون بقاء حركة مركز الثقل قد دفعها إلى إعادة صياغة خواص « الفراغ ـ الزمن » ؛ فأدى ذلك إلى صياغة « مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة » ، بالرغم مما تُظهره « الطبيعة » للمادة و طاقتها من خلاف بين انتقال الكتلة و انتشار الطاقة . و علاوة على أن التناقض الشهير فى « النسبية الخاصة » و المعروف بـ « تناقض الساعات » ؛ فكافة المحاولات المعروضة لحل هذا التناقض بها من التلفيق مالايخفى على الدارس الحر – الغير واقع تحت تأثير سطوة عقائد مسبقة ـ ، و إن معظم هذه المحاولات ـ فى النهاية ـ مبنية على متن زيف « مبدأ النسبية العامة » ·

٣ : ٣ ـ المجال الكهرومغناطيسى و النسبية :

لقد كان فى نيتنا ـ عند إعادة صياغة « النظرية النسبية الخاصة » من منطلقات ميكانيكية ـ عدم التعرض كليةً للمجال الكهرومغناطيسى بغرض تحجيم دوره فى « النظرية » .... ، و لقد تم لنا ذلك ... ! . و لكن تحت ضغط الأسباب الواردة بشأن هذا البند في مقدمة هذا الكتاب رأينا من الأنسب تقديمه لتحديد دوره فى « النسبية » ؛ فلنجعل تعرضنا له هنا نزهة و «رياضة» ذهنية هدفنا الأول منها التنقيب فى مقدسات هذه « النظرية » التى أحيطت بهالة غير مسبوقة لأى نظرية علمية أخرى ، و ليكن ذلك بحثاً عن محورنا : الاختيار الرقيق بين فاعلية المادة أو فاعلية « الفراغ ـ الزمن » ٠

و الحق يقال ـ دونما جدل ـ أن قوانين ماكسويل ـ تلك القوانين القائمة لتمثيل دور المجال الكهرومغناطيسى ـ هى مجموعة معادلات ذات مستوى رياضى رفيع تُظهر و تُؤكد لصاحبها قدرة رياضية متمكنة ، لولا غرابة معالجتها و تعيينها لسرعة انتشار طاقة المجال ؛ فلقد تم صياغتها و اعتمادها ـ أى السرعة ـ على خواص باطل و زيف فكرة الإثير : نفاذيته و سماحيته ! . و عموماً ، فقبل و بعد « قوانين ماكسويل » ؛ فإن المجال الكهرومغناطيسى كان و سيظل مجالا طبيعياً من الطراز الأول ، و انتشار طاقته أحد ظواهره المميزة ، و هذا مايخص « النسبية » فيه ، و لقد أظهرت التجارب و حققت عملياً ثبات انتشار طاقته ٠

فلنبدأ فى دراسة هذا المجال من منظور « النظرية النسبية الخاصة » :
مما لاشك فيه أن المجال الكهرومغناطيسى ظاهرة طبيعية ، و انتشار طاقته أحد مظاهرها البارزة ، و يعتبر الضوء حالة من حالات هذا المجال ؛ فتصير سرعة الضوء ظاهرة طبيعية و يصبح خضوعها لـ « مبدأ النسبية » أمراً لا مفر منه ، و هذا يستلزم أن تكون سرعة الضوء واحدة فى أى هيكل رصد حر طبيعى (أى الهيكل الساكن فيه مصدر الضوء) ؛ فإذا أظهر الضوء حقيقة ثبات سرعة كافة ألوانه الطبيعية ؛ فهذا ينسحب تلقائياً ليحقق ثبات سرعته بين كافة هياكل الرصد الحرة ، و من ثم يتم تقنين مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » ، وكمدخل لـ « النظرية النسبية الخاصة » تم تسميته مبدأ « ثبات سرعة الضوء » و على أساسه تم اشتقاق « تحويلات لورانتز » ، و بعد ذلك تم دفع الموقف خطوة أخرى باعتبار « قوانين ماكسويل » على أنها قوانين طبيعية ، لأنها تعبر عن مجال طبيعى ، و تم ـ نظرياً ـ تحقيق سيادية هذه القوانين رياضياً من خلال « تحويلات لورانتز » على كافة هياكل الرصد الحرة ، و باختصار تم تنصيب « قوانين ماكسويل » كقاضٍ و جلادٍ فى نفس الوقت : تم افتراضها كقوانين طبيعية و فى نفس الوقت كمعيارٍ لصدق « تحويلات لورانتز » ، فهل أدى ذلك إلى الظلم لـ « نسبية جاليليو » ! ؟ .

فلنبدأ القصة من أولها : ينتشر الصوت فى الهواء على هيئة موجات ذات سرعة ثابتة تعتمد فى الأساس على كثافة و مرونة هذا الهواء ، و من هذا المنطلق اقتنع « ماكسويل » بوجوب وجود وسط حامل للموجات

الكهرومغناطيسية يملأ فراغ الكون ، و أن سرعة انتشار الموجات فى هذا الوسط هى سرعة ثابتة ، و تحددها خواصه ؛ فتم تعريف ماسمى بالنفاذية المغناطيسية ، و السماحية الكهربائية ، و بهما تم تحديد سرعة الموجات الكهرومغناطيسية فى وسطها الحامل (الإثير) ، و الكل يعلم أن سرعة انتشار طاقة المجال الكهرومغناطيسى ـ من خلال « قوانين ماكسويل » ـ تم صياغتها على أنها : « مقلوب الجذر التربيعى لحاصل ضرب النفاذية فى السماحية » ، و أن سرعة الضوء خاضعة لنفس العلاقة ·

و على هذه الأسس قامت «قوانين المجال الكهرومغناطيسى» لماكسويل : هى مجموعة معادلات متكاملة و متوافقة مع بعضها ، وكل معادلة تفاضلية فى هذه المجموعة يقابلها شقها التكاملى المرتبط معها عن طريق « نظرية ستوكس » الرياضية الشهيرة ، و هذه حقيقة لها أهميتها ·

و توضع مجموعة معادلات ماكسويل على الصورة التالية :

$$\text{curl } H = \dot{D} + J \quad ; \quad \int H \cdot ds = \int (\dot{D} + J) \cdot da$$

$$\text{curl } E = -\dot{B} \quad ; \quad \int E \cdot ds = \int -\dot{B} \cdot da$$

$$\text{div } D = \rho \quad ; \quad \int D \cdot da = \int \rho \, dv$$

$$\text{div } B = 0 \quad ; \quad \int B \cdot da = 0 .$$

و العلاقات السابقة تشمل فى طيها معادلة الاستمرارية للمادة :

$$\text{div } J = -\dot{\rho} \quad ; \quad \int J \cdot da = -\int \dot{\rho} \, dv$$

حيث :

$$J = \rho\omega$$
$$D = \varepsilon E$$
$$B = \mu H$$
$$J = \sigma E$$

حيث " E " متجه شدة المجال الكهربائى ، و " H " متجه شـدة المجـال المغناطيسي ، و " ω " سرعة الشحنة الكهربائيـة ، و " ρ " كثافة الشحنة الكهربائيـة ، و " ε " هى السـماحيـة الكهربائيـة ، و " μ " هى النفـاذية المغناطيسية ، و " σ " هى التوصيلية للوسط ٠

و يجب مـلاحظة أن المناطق التى يتم عليـها التكامل ـ فى كل هذه المعـادلات السابقـة ـ مفتـرض فيـها التـوقف مع الزمـن لحين إتمام عـملية التكامل ، أو بعبارة أخرى : إن التكامل يتم على هذه المناطق بصورة لحظية ، و هذه حقيقة يجب اعتبارها ، فلها انعكاساتها عند إيجاد المشتقة الجزئية لمركبات المجال بالنسبة للإحداثيات تمهيداً لتطبيق « مبدأ النسبية » ٠

لقـد كـان الهـدف الأول لـ « تجربة ميكلسـون و مورلى » هـو قيـاس السرعة المطلقـة للكرة الأرضـيـة ، بمقارنتها بسـرعة الضـوء الثابتة بالنسبة للإثير : الوسط الساكن فى الفراغ النيوتونى المطلق ، وكان ذلك بتوجيهات صريحة من « ماكسويل » ، وكان الهـدف التطبيـقى لمثل هذه التـجارب هو

استخدام حركة الكرة الأرضية ـ بالنسبة للإثير ـ كمصدر لتوليد قوى محركة. و لقد كانت نتائج « تجربة ميكلسون و مورلى » السلبية محيرة لعلماء الحقبة الأخيرة من القرن التاسع عشر ، و مخيبة لآمالهم ٠

كانت فكرة الإثير الساكن فى الفراغ النيوتونى المطلق ـ حيث قوانين المجال الكهرومغناطيسى ـ مسيطرة على العقيدة العلمية لذلك العصر ؛ فكيف لايمكن قياس سرعة الكرة الأرضية بالنسبة لهذا الإثير بمقارنتها بسرعة الضوء الثابتة بالنسبة لهذا الوسط ، و لقد تكررت التجربة ، و النتيجة كما هى :

« عدم إمكانية قياس سرعة الكرة الأرضية بالنسبة للإثير » ... ،

فما كان من « آينشتين » إلا الإيمان و قبول هذه الحقيقة التجريبية ؛ بل وجدت انعكاساً لديه متوافقاً مع « مبدأ النسبية » ، و لقد ترجم هذه النتيجة ـ من خلال هذه التجربة ـ على أنها بيان لثبات سرعة الضوء خلال رحلة الذهاب و العودة محققاً بذلك سياديته (ثباته) على هياكل الرصد الحرة ٠

إن ظاهرة انتشار الضوء ـ و هى حالة من حالات انتشار المجال الكهرو مغناطيسى ـ قد أثبتت سياديتها عملياً ؛ فانسحبت ـ هذه السيادية ـ فرضاً من خلال « النسبية الخاصة » لتشمل قوانين المجال الكهرومغناطيسى ، و لقد سبق أن تحقق « هرتز » عملياً من حقيقة انتشار موجات المجال الكهرومغناطيسى بنفس سرعة الضوء ؛ و من ثم تم اعتماد « قوانين

ماكسويل » نفسها على أنها قوانين طبيعية ؛ فهى قائمة فى جميع هياكل الرصد الحرة . و لكن ذلك سيؤدى إلى أن سرعة الضوء ستكون ثابتة بالنسبة لجميع هياكل الرصد الحرة ؛ فكيف تكون سرعة الضوء سرعة واحدة (ثابتة) بالنسبة لهيكلين حرين بينهما سرعة نسبية ! ، و أين ذهب فرق السرعة بين الهيكلين ! ؟ ·

بالنسبة لـ « آينشتين » وجد فى ذلك تناغماً مع « مبدأ النسبية » ، و رأى أن « حقيقة ثبات سرعة الضوء » بين جميع هياكل الرصد القاصرة هو السبب المؤدى إلى النتائج السلبية لـ « تجربة ميكلسون و مورلى » ، حيث أقر بأن عدم إمكانية قياس السرعة المطلقة للكرة الأرضية بواسطة الضوء هو نتيجة لثبات سرعته فى جميع هياكل الرصد، و أن الفراغ و الزمن قد تكيفا فيما بينهما لتثبيت هذه السرعة ، لقد عَرف السبب فبطل عجبه ·

أما بالنسبة لنا فإن « مبدأ النسبية » المبنى على « مبدأ التكافؤ الكونى » يحتم عدم وجود أى وسيلة لقياس السرعة المطلقة لأنها لامعنى لها حيث لامرجع لها ، فلماذا أصلا العجب إذا لم نتمكن من قياس سرعة الكرة الأرضية باستخدام الضوء ! ؟ ، و بعبارة أخرى : و من مفهوم « مبدأ النسبية »؛ فإن النتائج الإيجابية لـ « تجربة ميكلسون و مورلى » متوقعة بصرف النظر عن « مبدأ ثبات سرعة الضوء » ، فكل ماهنالك أن ثبات سرعة الضوء يمكن أن يتناغم مع « مبدأ النسبية » و لا يتعارض معه . إن

التعارض ناشئ عن فكرة الإثير الساكن فى الفراغ النيوتونى المطلق كوسط حامل لموجات الضوء ؛ لأن معنى ذلك ـ من مفهوم النسبية ـ أن كل هيكل حر يجب أن يحمل إثيره و يتحرك به ، و أن يبقى هذا الإثير السحرى فى نفس الوقت ساكناً فى الفراغ النيوتونى ، عند هذا الحد لا يجد هذا الإثير إلا مقبرته ، و يجب أن يختفى متوارياً بين المهملات : كفكرة ساذجة ، أدخلت فى العقيدة العلمية سهواً ، و فى غفلة منها . يجب على فكرة الإثير أن تتوارى و لتترك كل هياكل الرصد سابحة حرة طليقة ، يربطها فقط « مبدأ ثبات سرعة الضوء »، الذى يمكن أن يتناغم و يتوافق مع « مبدأ النسبية » ، و لتكن مهمة أى نظرية هى :

« إيجاد هذا التناغم ، و تبرير و تفسير ثبات سرعة الضوء . » ٠

و بعد ، لنعُد إلى ظلال مفاهيم « النسبية الخاصة » ، لقد ظهرت الحقائق و حان رباطها : فها هو « مبدأ النسبية » قائم و معه مبدأ « ثبات سرعة الضوء » بين جميع هياكل الرصد الحرة و اعتبر « كم » الضوء و أغفلت طبيعته الموجية ، فماهى العلاقات الرياضية التى تربط إحداثيات حادثة مرصودة بالنسبة للراصد [S] مع إحداثيات نفس الحادثة مرصودة بالنسبة للراصد [S'] ؟: أى ماهى العلاقة بين (x, t) فى المرصد [S] والإحداثيات (x', t') فى المرصد [S'] باعتبار ثبات سرعة « كم » الضوء المتمركز شرطاً لهذه التحويلات بين الهيكلين ؟ ، الإجابة بالتأكيد هى

صياغة « تحويلات لورانتز » الشهيرة تأكيداً على أن عبقرية صاحب « النظرية النسبية الخاصة » تكمن ـ ليس فى قدرته الرياضية فحسب بل ـ فى عمق فهمه للطبيعة و وضوح ملكة المنطق لديه : لقد فسر و برر حقيقة ثبات سرعة الضوء من خلال « تحويلات لورانتز » بما مؤداه أن الفراغ و الزمن قد تكيفا فيما بينهما وصولا إلى ثبات سرعة الضوء بين هياكل الرصد ، أى « أن حقيقة ثبات سرعة الضوء » ترجع إلى استجابة خواص الفراغ و الزمن للحركة النسبية بين هياكل الرصد الحرة ٠

و نظرياً : فإن ثبات سرعة الضوء بين هياكل الرصد الحرة تم بناؤه على فرضية : أن « معادلات ماكسويل » هى قوانين طبيعية قائمة فى هيكل رصد خاضعة لـ « مبدأ النسبية » ؛ فهى لامتغيرة فى أى هيكل حر آخر ، و معها سرعة الضوء ؛ فإذا اعتبرنا أن القوانين المذكورة فى صفحة رقم (١٥٢) هى معادلات المجال كما يصيغها الراصد [S] فإن الراصد [S'] يصيغها على صورة مطابقة تماماً و تكتب على الصورة :

$$(\text{curl } H')' = \dot{D}' + J' \quad ; \quad \int H' . ds' = \int (\dot{D}' + J') . da'$$

$$(\text{curl } E')' = -\dot{B}' \quad ; \quad \int E' . ds' = \int -\dot{B}' . da'$$

$$(\text{div } D')' = \rho \quad ; \quad \int D' . da' = \int \rho' \, dv'$$

$$(\text{div } B')' = 0 \quad ; \quad \int B' . da = 0 .$$

و العلاقات السابقة تشمل فى طيها معادلة الاستمرارية للمادة :

$$(\text{div } J')' = -\dot{\rho}' \quad ; \quad \int J' . da' = -\int \dot{\rho}' \, dv'$$

هذا هو معنى أن تبقى القوانين لامتغيرة بين هياكل الرصد : أى قوانين سيادية على هياكل الرصد الحرة جميعاً •

لقد قام « لورانتز » بربط مركبات المجال الكهرومغناطيسى فى المجموعة [S] بمركبات المجال فى المجموعة ['S] بالعلاقات رقم (5 - 14) المذكورة فى ملحق رقم (١٤) ، و منها نرى أنه إذا تحققت قوانين ماكسويل فى المجموعة [S]؛ فتحت تأثير « تحويلات لورانتز » ، فهى أيضاً متحققة فى المجموعة ['S]، و التفاصيل الرياضية لذلك متوافرة فى مراجع « النظرية النسبية الخاصة » •

إن « قوانين ماكسويل » متناغمة مع « مبدأ النسبية » من خلال « تحويلات لورانتز » ، و يعبر عن هذه الحقيقة بالقول :

إن قوانين المجال لماكسويل سيادية (لا متغيرة) تحت تأثير « تحويلات لورانتز » •

و هذا معناه أن ثبات سرعة الضوء يرجع إلى خواص « الفراغ ـ الزمن » التى تجد فى معادلات لورانتز التحويلية تعبيراً رياضياً عن هذه الخواص •

و تمشياً مع مابدأنا فيه ـ من محاولات التنقيب فى الخواص المادية لتفسير ظاهرة « ثبات سرعة الضوء » بين هياكل الرصد الحرة دون المساس بخواص الإطار الجاليلى لـ « الفراغ ـ الزمن » حيث « مبدأ النسبية » القائم

بالمفهوم التقليدى ، حيث « الآنيــة السـيادية المطلقة » ـ فهل يمكننا إدخال تعديل على العلاقات التحويلية التى تربط مركبات المجال الكهرومغناطيسى بين هيـاكل الرصـد الحرة بحيث يؤدى هذا التعديل إلى أن تصيـر « قـوانين ماكسويل » سـيادية (لا متغيرة) تحت تأثير « تحويلات جاليليو » ؟ ، و هذا يعنى ـ بنفس المفهـوم السابق ـ أن « ثبات سرعة الضـوء » بالنسبة لهيـاكل الرصد الحرة يرجع إلى خواص المادة مع بقاء إطار « الفراغ ـ الزمن » محايد التأثير عليها : أى موجود دون فاعلية ؛ فلتكـن محاولتنـا هـذه ـ كما سبق و ذكرنا ـ « رياضة » و تنشيطاً ذهنياً هدفها فى الأساس الأول التنقيب فى مقدسات « النظرية النسبية الخاصة » بحثاً عن اختيارنا الرقيق بين فاعلـية المـادة أو فاعلـيـة إطـار « الفـراغ ـ الزمن » ؛ و دون أن نعـول على قـوانين هذا المجال فى صياغة النظرية ٠

إننا نعترف مسبقاً بأن إمكاناتنا على المستوى التجريبى المعملى لحقائق المجال الكهرومغناطيسى ـ تلك الحقائق التى تحس و لا ترى ـ لاتعطى لنا الحق لفرض هذا التعديل أو التحقق منه ، و لكن كل مانستطيع الجزم به هو : إن القياس و التحقق من تأثير هذا التعديل ـ إن وجد فى الطبيعة ـ سيكتنفه صعوبات عملية على نفس مسـتوى الصعوبات التى يتطلبها قياس « تأثير دوبلر العرضى » ، سواء من حيث دقة القياس أو الأساس النظرى لطرقه ٠

لقد انـقدنا وراء هذا التعديل بـإغـراء و إيعـاز :

أما الإغراء فكان بسبب الرغبة فى المقـارنة بين إيجـابيـة المادة و إيجـابيـة الإطـار الحاوى لها ؛ حيث أن المقارنة ترجع ـ فى المقام الأول بالنسبة لنا ـ إلى أسباب فلسـفية ، علاوة على الأسـباب المنطقـية فكان الانقياد وراء ذلك الإغراء .

أما الإيعاز فكان :

أولاً : لمنطق التماثل والتشابـه بين مركبات المجال ؛ فلقد لاحظنـا فى العلاقات (5 - 14) ملحق رقم (١٤) و لفت النظر اختفاء معامل النسبية الشهير " β " من المركبات السينية للمجال ، مع أن وجود هذا المعامل يعد سـمة مشتركة لجميع التحويلات فى « النسبية الخاصة » ؛ فهل اختفاؤه من المركبات السينية يعكس خواص مادية للمجال بصورة واقعية حقيقية ، و هل هذا الاختفاء تؤكده نتائج تجارب معملية ، أو ظواهر طبيعية محددة ، و هل اختفاؤه تم لاعتبارات نظرية لها مبرراتها ؟ . إن اختفاءه ـ الغير متوقع ـ من المركبات السـينية للمجال تطلـب ظهوره فى « تحويلات لورانتز » : و هى تحويلات الإحداثيات المعبرة عن إيجـابية « الفراغ ـ الزمن » ، و من خلالها تسرب هذا المعامل ليشـكل السـمة المشتركة فى تحويلات « النظرية » ، و أيضاً ـ و هو مهم ـ : رصف و مهد الطريق لسـيادية « قوانين ماكسويل » تحت تأثـير « تحويلات لورانتز » .

ثانيـاً : لتـحقـيق و ترجمـة تعبـير لـ « فـارادای » ـ « أبو الكهـرباء و المغناطيسية » ، و الإمام الأول لظاهرة الحث الكهرومغناطيسـى ، و صاحب و مبتكر و مؤسس فكرة خطوط القوى : رابطة القوانين

الكهرومغناطيسية عموماً و لبنة أساسية من لبنات « قوانين ماكسويل » على وجه التحديد ـ ينص على : « .... أنابيب القوى تميل إلى الانكماش الطولى و إلى الامتداد و التوسع العرضى » ؛ فإذا قمنا بترجمة هذا التعبير ؛ فإننا لن نُدخل فقط المعامل " β " على المركبات السينية ؛ بل سنجرى تعديلا لتحقيق مطلب الانكماش الطولى حيث أن الامتداد العرضى (الاتساع) قد تم فعلا اعتباره فى العلاقتين رقم (14 - 5 b) و رقم (14 - 5 c) ملحق رقم (١٤) لقد قمنا بالتعديل فى المركبات السينية للمجال ، أى الموازية للحركة بين هياكل الرصد ؛ و بهذا التعديل الذى أدخلناه ظهر المعامل " β " فى المركبة السينية من مركبات المجال ، و أوجد هذا التعديل تطابقاً شكلياً ملحوظاً بين المركبات السينية للمجال الكهربائى و تحويلات لورانتز الفراغية ، وكذلك بين المركبات السينية للمجال المغناطيسى و تحويلات لورانتز الزمنية ٠ (انظر ملحق رقم ١٤) ٠

بالنسبة لنا إنها اشارة تشجيعية على الطريق : لقد أمكن نقل العوامل المؤثرة من علاقات الإحداثيات الفراغية الزمنية إلى علاقات مركبات المجال الكهرومغناطيسى المادية ، و أيضاً ـ للاندهاش ـ تم تحقيق شرط « مبدأ النسبية » على هذه العلاقات لمركبات المجال المعدلة ، و أصبحت « قوانين ماكسويل » سيادية (لا متغيرة) تحت تأثير « تحويلات جاليليو » ، و هذا يعنى فى النهاية أن ثبات سرعة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية يمكن إرجاعه إلى الخواص المادية للمجال (انظر ملحق رقم ١٤) ٠

بعد أن تم لنا ــ رياضياً ــ تحقيق سـيادية « قوانين ماكسويل » تحت تأثير « تحويلات جاليليو » يبقى لنا الآن توضيح المعنى الطبيعى للتعديل الذى تم افتراضه :

ببساطة يفهم هذا التعديل على أنه تأثير حثى معاكس لمركبات المجال فى اتجاه الحركة ــ أى الانكماش الطولى حسب تعبير « فـارادای » ٠

إن مثل هذا التأثير الحثى ظاهر فى المعادلات (14 - 5b) ، (14 - 5c) ، ملحق رقم (١٤) ، و لكن ظهوره كان فى اتجاه عمودى على الحركة ــ أى التوسع العرضى حسب تعبير « فـارادای » ــ و تمت دراسته فى المبادئ الأولية لعلم الكهرباء و المغناطيسية ٠

و نختم هذا الفصل بالقول : إذا كانت هناك اعتبارات نظرية و حقائق تجريبية تحتم عدم جواز و استحالة إدخال مثل هذا التعديل على المركبات الموازيه لاتجاه الحركة ؛ فكمحاولة أخيرة لرفع الظلم المحتمل عن « نسبية جاليليو » : هل يمكن إعادة تفصيل أو بالأحرى إدخال تعديل على « قوانين ماكسويل » نفسها ــ حيث حقيقة أنها تظهر عدم وحدانيتها رياضياً ، بالإضافة إلى وهنها أمام حقيقة اختلاف سرعة ألوان الضوء فى الوسط المادى الواحد ــ بحيث لا يؤثر هذا التعديل على ديناميكا ثبات انتشار طاقة المجال ، و فى نفس الوقت تكون هـذه القوانين المعدلة سـيادية تحت تأثير « تحويلات جاليليو » ٠

لا يمكـن إنكـار أن « قوانين ماكسويل » لها رحابة و سعـة و حـداثة علمية و دقة رياضية و تشـمل ركائز أفكار أساسـية ، و لكنها مع ذلـك تُفهم ـ حتى من المتخصصين ـ بصعوبة ، و للاندهـاش فإن نتائجـها تفهم و تجد قبولا من غير المتخصصين ، أليس فى ذلك ما يوحى بأن نتائج تلك القوانين ـ و ليست القوانين نفسها ـ تعكس وضوح و بساطة الطبيعة ، أما القوانين فهـى تركيبة تفصيلـية رياضية رائعة لمحاولة ترجمة مكنون و ماهية الطبيعة ، و لكن كشف وهنها ركاكة ترجمتها لأحد ظواهر المجال الطبيعية ؛ و يكون فى ذلـك ما يخـول لنا حـق تنحيتها من منصبها كقاضٍ و جلادٍ فى قضيـة إيجابيـة « الفراغ ـ الزمن » ؟ ٠

و الخلاصة : إنه إذا تم التحقق بصورة قاطعة من الآتى :

أولاً : أن « قوانين ماكسويل » هى قوانين طبيعية ملزمة و تعبر عن طبيعة المجال تعبيراً مطلقاً لالبس فيه ، و أنها قوانين وحيدة و فريدة ٠

ثانياً : أن عـلاقات التحـويل : معادلات (5 - 14) ملحق رقم (١٤)، هى علاقات تحويلية تعكس و تؤيد حقائق طبيعية تم التحقق من صحتها عـملياً بصـورة مطلقـة لازيغ فـيهـا ـ على أن يشـمل التـحـقق كل الاتجاهات بما فيها مركبات المجال فى اتجاه الحركة ـ مع الحيطة حيث أننا مع كميات و قياسات تتناسب مع مقلوب مربع سرعة الضوء ٠

فإذا ماتم هذا التحقق فإنه يمكننا النص باطمئنان على أن « تحويلات لورانتز » هى التحــويلات الطبيعيــة المؤكدة لإيجــابية « الفراغ ـ الزمن » ، و بغير ذلك فلايزال الأمل أمام « نسبية جاليليو » بآنيتها المطلقة ٠

إن حقيقة اختلاف سرعة ألوان الضوء فى وســط مادى واحــد تضــع « قوانين مـاكسـويل » فى مأزق مع الطبيعة يمنحنا حق إقالتهـا من منصبهـا كقوانين طبيعية معبرة عن ماهية و حقيقة المجال الكهرومغناطيسى ، لنصبح بعدها عـجزة مرتبكين ـ أمام الحيـرة التى تسـببهـا ظاهرة انتشـار الموجات الكهرومغناطيسية ومنها على وجه التحديد ظاهرة انتشار الضوء ـ سائلين :

" هل تم الحسم فى قضــية معرفة حقيقة الضــوء لنتخذ منه مدخلا للقفــز المباشر على خواص « الفراغ ـ الزمن » ! ؟ ٠"

*　　*　　*

٣ : ٤ ـ « الفراغ ـ الزمن و الجاذبيــة » :

رأينا أن نقدم فى هذا الكتاب نبذة عن نظرية الجذب من مفهوم إيجابية إطار « الفراغ ـ الزمن » : نبذة قد تثير الفضول و لكنها لا تروى الظمأ . قد يلاحظ أننا تجنبنا اسـتخدام التعبـير الدارج عند دراسـة « النظرية النسبية » ألا و هو تعبير (متصل الفراغ ـ الزمن ذو الأربعة أبعاد) على الرغم مما لهذا التعبير من بريق و إثارة فى النظرية كلها ؛ ذلك لإيماننا بأن هذا التعبير يعد صيغة رياضية أكثر من اعتباره مكنوناً طبيعياً ·

عند وصف الحركة فى الطبيعة فإننا نعبر عن الحركة و سرعتها بأنها خارج قسمة المسافة المقطوعة على الزمن اللازم لقطع هذه المسافة . و توضع رياضياً على الصورة :

$$u = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad , \quad \ldots\ldots \quad (3:4-1)$$

إن حقيقـة وجود الفترة الزمنيـة فى مقـام هذا التعريف ، و المسافة المقطوعة فى بسطه لهى انعكاس للمعنى الطبيعى للحركة و تعريف سرعتها ؛ و من ثم فإن فكرة المسافة ، و فكرة الزمن كما هما فى الطبيعة على صورتين مختلفتين ؛ ففى الرياضة أيضاً يجب أن يكونا فى مكانين مختلفين .

لايمكن رصد و تصور و استقبال المادة و حركتها إلا من خلال هذا الاختلاف البين بين فكرتى الفراغ و الزمن ·

قد يُرى أن فكرة المسافة هي الامتداد الحاوى لكتلة المادة ، و أن فكرة الزمن هي الامتداد الحاوى لطاقتها ـ و هذا صحيح ـ ؛ و من ثم فإن تكافؤ الكتلة بالطاقة ينسحب أيضاً ليشمل تكافؤ المسافة بالزمن (بصرف النظر عن إمكانية تصور و رصد و استقبال الكون و حركته من خلال هذا التكافؤ) ؛ فحاولوا ـ بهذا المفهوم ـ إحالة الحس و الإدراك إلى المعاش ، و أخرجوا ملكة التصور و الاستقبال البشرية من الخدمة ! ، لقد قرأوا العلاقة (1 - 4 : 3) على الصورة :

$$\Delta x = u \, \Delta t \,, \qquad (3:4-2)$$

و تأويل ذلك على أن الفترة المكانية و الفترة الزمانية قد وقفتا على قدم المساواة ، دون اعتبار للمعامل (u) و معناه فى العلاقة ، لقد أقروا بأنه لا بسط و لا مقام بينهما !! و إمعاناً فى عملية دمجهما أعادوا قراءة المعادلة على الصورة الآتية :

$$\Delta x - u \, \Delta t = o \,, \qquad (3:4-3)$$

موضحين أن الفترة الزمنية و الفترة المكانية يمكن حتى وضعهما فى كفة ميزان معادلة « رياضية » واحدة إظهاراً لمدى تكافئهما ضاربين عرض الحائط بالمعامل (u) ، وكذلك الإشارة السالبة بينهما . و أخيراً وجدوا الحل بوضع العلاقة على الصورة :

$$\Delta x + i^2 u \, \Delta t = o \,, \qquad (3:4-4)$$

وفيها :

$$i^2 = -1,$$

حيث (i) هى وحدة الكمية التخيلية و بذلك رأوا أن التزاوج و الدمج قد تم بين فكرتى « الفراغ ـ الزمن » فهاهما الآن فى بوتقة طرف معادلة واحدة دونما تفريق ، و ليصبح دمجهما معاً بهذه الطريقة تعبيراً عن ميلاد متصل الكون ذى الأربعة أبعاد ! •

إن المعادلة (2 - 4 : 3) هى تأكيد للاختلاف بين حقيقة فكرة « الفراغ » و تصور فكرة « الزمن » حيث يظهر الإثنان كل فى طرف مختلف و بينهما معامل السرعة و تعريفها ، و زاد هذا الاختلاف وضوحاً فى المعادلة (3 - 4 : 3) بظهور الاختلاف في الاشارة بين عنصرى « الفراغ و الزمن » وكلنا نعلم مدى أهمية الإشارة فى علم الرياضة ، أما محاولة دمجهما فى المعادلة (4 - 4 : 3) فقد أدخلوا الكمية التخيلية و يكفيهم و يكفينا اسمها .. ! ! •

إن أقصى ما يمكننا أن نتقبله فى هذا المضمار : أن فكرة " متصل « الفراغ ـ الزمن » ذو الأربعة أبعاد " هى فكرة رياضية أدخلت للتنسيق بين صور العلاقات الرياضية و لكن فى النهاية : إن رمز فكرة المسافة يجب أن يظل فى البسط ، و أن نحفظ لمفهوم فكرة تواجد الزمن مقامها ، ذلك إذا أردنا أن نبقى للعقل البشرى حسن رصده و استقباله للكون و حركته ، لتفعل الرياضة فعلها و منطقها ، و ليبقى للعقل البشرى وسائل رصده و إدراكه .

مما لاجدل فيه أن تسمية « النظرية النسبية الخاصة » و « النظرية النسبية العامة » ـ و يقصد بها نظرية الجاذبية ـ قد سببتا حيرة و ارتباكا بل سوء فهم وكذب إيحاء حتى بين المتخصصين . لقد سُميت « النسبية » تأكيداً على أن الحركة المطلقة فقدت معناها و إننا أمام حقيقة « نسبية الحركة » ، و وصفت بـ « الخاصة » تأكيداً على أن الحركة المعنية بين هياكل الرصد الحرة هى الحالة « الخاصة » من الحركة لكونها حركة خطية منتظمة ، و على نفس الوتيرة فإن « النظرية النسبية العامة » وصفت بـ « العامة » تأكيداً على أن الحركة المعنية بين هياكل الرصد « الحرة » هى الحركة « العامة » ... هنا خلط أدى إلى حيرة و ارتباك و خطأ فهم تعكسه تسمية النظرية نفسها ؛ فكيف تكون هياكل حرة و فى نفس الوقت حركتها عامة دون تحديد لمسبب هذه الحركة ! ؟ . لقد خلصنا فى الفصول السابقة إلى أن « النظرية النسبية » التى نُعتت بـ « الخاصة » هى فى الأساس نظرية دراسة خواص « الفراغ ـ الزمن » ، و قد خلصنا أيضًا إلى أن هذه الخواص « لا متغيرة » بالنسبة لهياكل الرصد الحرة . و اتضح أيضاً أن هذه الخواص منتظمة و مستوية استواء الهندسة الإقليدية ، و يكشف عن هذا الاستواء و الانتظام حركة الجسيم الحر فى الفراغ الحر ، و أن الحركة الخطية المنتظمة لهياكل الرصد لم تغير من هذه الخواص بل أكدت انتظامها و استواءها ، فلنطلق عليها إذاً : « نظرية استواء خواص الفراغ ـ الزمن » ، أو اختصاراً « نظرية استواء الفراغ ـ الزمن » ؛ فإذا كان هناك خصوصية فى هذه النظرية فإن خصوصيتها هى فى استواء وانتظام هندسة «الفراغ ـ الزمن» الإقليدية ٠

و تلخيصاً : فإن حركة الجسيم الحر فى هيكل رصد حر هى حركة خطية منتظمة تعكس انتظام و استواء هندسة إطار « الفراغ ـ الزمن » ، فإن ظلت حركة هذا الجسيم الحر خطية منتظمة بالنسبة لهياكل الرصد الحر الأخرى ؛ فمعنى ذلك أن الحركة الخطيـة المنتظمة بين هيـاكل الرصد الحرة لا تؤثر على انتظام و اسـتواء هندسـة « الفـراغ ـ الزمن » ، و تبـقى هذه الهندسة إقليدية تحت تأثيـر الحركة الخطـية المنتظـمة (إننا هنا عند جذور مبدأ النسبية) ، وهذه هى « نظرية استواء (انتظام) الفراغ ـ الزمن » .

سنعرج الآن لكى نستنبط الفرضية الأساسية لنظرية الجذب ـ فى ظل مفهوم و فرضـية إيجـابية « الفراغ ـ الزمن » ـ و نعود للاسترسال بعد ذلك فى شرح سوء الفهم المؤدى إلى سوء التسمية ، أو سوء التسمية المؤدى إلى سوء الفهم : دع هناك مرصداً [S*] يحتفظ بداخله بكتلة كبيرة مركزة يكون لها تأثير جذب طبيعى على المنطقة المحيطة بها ، ودع جسيماً مادياً يمر فى منطقة تأثير هذا المرصد ؛ فبطبيعة الحال لن يتحرك هذا الجسيم حركة خطيـة منتظمـة ، و من المهم أيضاً إدراك حقـيقـة جوهرية هى : أنه لايمكن إيجاد هيكل رصد آخر « حـر » تكون فيه حركة هذا الجسيم خطية منتظمة و هذه حقيقة ـ رغم بساطتها ـ بالغة الأهمية فى النظـرية كلها . نستخلص من ذلك ـ و من منظور النظـرية نفسـها باعتبارها نظرية خواص « الفراغ ـ الزمن » ـ أن الكتلة بالمرصد [S*] قـد غيـرت خـواص المنطـقة المحيطـة و جعلتها ذات خواص لاإقليدية (أى غير مستوية) ، تُظهرها حركة الجسيم

الحر الغير خطية الغير منتظمة ، و هنالك يقال أن هندسة « الفراغ ـ الزمن » المحيطة بالمرصد [*S] هي « هندســة ريمونيــة » نســبة إلى العــالم الرياضي « ريمون » واضــع أسس الهندســة اللاإقليـدية٠ هذه هي نظرية الجـذب في النسبية بقدها و قديدها ، و يصير الجذب خاصية لإيجابية « الفراغ ـ الزمن » و لا يبقى للنظرية غير صياغتها الرياضية المبنية على الهندسة الريمونية ٠

نعود الآن إلى خطأ التسـميـة فخطأ الفـهم : إن « مبدأ تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » هو خطاب واضح من الطبيعة عنوانه : « إن مسار حركة الجسيم في مجال الجذب لا يعتمـد عـلى خواصه (قصــوره) ٠ » ، و مضمون الخطاب : « إن مجال الجذب يملك خواص مادية ذاتية يفرضها على الجسيم الحر ليتحرك خاضعاً لهذه الخواص بغض النظر عن قصور هذا الجسيم » ، و فـي محاولة ركيكة لترجمة هـذا المبدأ الطبيعي ، تم تعميم مبدأ « النسبية » ليصير مبدأ « النسبية العامة » : حقيقة تكافؤ جميع هياكل الرصد (بصرف النظر عن حركتها ، و مصدر هذه الحركة !) لكي يؤدي إلى أن « الحـركـة العـامـة » تكافئ مـجال « جـذب عـام » ، و لتـشـمل هذه الترجمة عنوان الخطاب دون مضمونه ، فكانت الحيرة و الارتباك ، و سببهما ركاكة التسمية ؛ فخطأ الفهم ٠

لقد استخلصنا من « النسبية الخاصة » : أن الحركة الخطية المنتظمة لهياكل الرصد لا تؤثر على خواص « الفراغ ـ الزمن » الحر ، فما هو تأثير

الحركة الغير منتظمة سواء خطية ، أو غير خطية ؟ . منطقياً ، هناك فقط احتمالان لا ثالث لهما نصيغهما فيما يلي :

الأول : الحركة العامة تغير من خواص « الفراغ ـ الزمن »

(وهذا الاحتمال مبنى على أساس أنه إذا كانت الحركة الخاصة « الخطية المنتظمة » لم تغير ، فإن الحركة العامة تغير) ٠

الثانى : الحركة العامة لاتغير من خواص « الفراغ ـ الزمن»

(و هذا الاحتمال مبنى على أساس أن الحركة ـ سواء كانت عامة أو خطية منتظمة ـ لاتغير) ٠

بين هذبن الاحتمالين تكمن جذور الخلط ٠

لقد سُميت نظرية الجذب باسم « النظرية النسبية العامة » تأسيساً على الاحتمال الأول ، و يتضح الآن المعنى من النظرية و من التسمية : إذا كان هيكل الرصد متحركاً حركة غير منتظمة ، أو غير خطية (لن نتعرض الآن لسبب هذه الحركة) ، فإن لديه ينشأ مجال جذب ، و الجسيم الحر لديه يتحرك حركة غير خطية ، و غير منتظمة ، و أسس على ذلك مبدأ : أن الحركة « العامة » تكافئ مجال جذب « عام » ، و هذا ما تعنيه تسمية « النظرية النسبية العامة » ؛ فهل الحركة « العامة » تكافئ مجال جذب ؟ نعم و لكنه مجال جذب صناعى ناتج عن حركة هيكل الرصد الغير منتظمة ! ، و يمكن بسهولة التفريق بين مجال الجذب الصناعى و مجال الجذب الطبيعى ٠

إذا كان الاحتمال الأول قد تم اعتماده كأساس « للنظرية النسبية العامة » فإن للطبيعة كلمتها فى هذا الاختيار : هل يمكن اختيار حركة مهما كانت بحيث يتولد منها مجال جذب يكافئ مجال الجذب الطبيعى ! ؟ ، الإجابة لا و ألف لا ، و بعبارة أخرى : هل مجال الجذب الطبيعى يمكن تقليده بأى حركة عامة ! ؟ ، الإجابة : لا و ألف لا : إن مجال الجذب الطبيعى لايمكن تقليده ، و هذا هو معنى الحقيقة الجوهرية السابق الإشارة إليها و هى أنه لا يمكن بأى حال إيجاد هيكل رصد يلغى مجال جذب طبيعى ـ ككل ـ أى أنه لا يمكن إيجاد هيكل رصد تؤول فيه حركة جسمين واقعين تحت تأثير مجال جذب طبيعى معاً إلى حركة خطية منتظمة ، فمثلا : هل يمكن اختيار مرصد متحرك تؤول فيه حركتا كوكب الأرض وكوكب المشترى معاً حول الشمس إلى حركة خطية منتظمة ! ؟ ، من هنا يتأكد لنا أن الحركة العامة لاتولد مجال جذب طبيعى ، و يكون الاحتمال الأول هو خلط ، و على ذلك ينهار مبدأ تكافؤ الحركة « العامة » بمجال الجذب الطبيعى ، و تنهار معه تسمية « النظرية النسبية العامة » التى يقصد بها : نظرية الجذب ، و يكون الانهيار ناتجاً عن سوء التأسيس للنظرية نفسها ٠

و على المستوى الرياضى فإن الخلط تم على الاعتبارات الآتية :

نفرض أن لدينا سطحين : الأول مستوٍ (إقليدى) و الآخر كروى (ريمونى) ٠ إن مربع المسافة بين نقطتين قريبتبن من بعضهما قرباً متناهياً فى الصغر ،

و منســوبا إلى إحداثيات واقعة بأكملها على السطح الكروى تعطى بالعلاقة :

$$ds^2 = g_{11}\, dx^2_1 + g_{12}\, dx_1\, dx_2 + g_{21} dx_1 dx_2 + g_{22}\, dx^2_2 \quad ,\ ..\ (2:3-5)$$

حيث " g_{ik} " (و فيها " i , k " تأخـذ القيم 1 , 2) ـ و يســمى الرابــط (الممتد) الأساسى للهندسة اللاإقليدية ـ و هى كميــات تعــبر عن خواص و حقـائق السـطح الكروى ، و رياضيا لا يمكن بأى حـال إيجـاد إحـداثيـات مـوجـودة بأكملهـا على السطح الكروى و تؤول فـيـهـا العـلاقة السابقة إلى الصورة :

$$ds^2 = dx^2_1 + dx^2_2 \quad , \quad ....\ (2:3-6)$$

هذه حقيقة رياضية لا لبس فيها و لا زيغ ٠

و لكننا نعلم أن مـربع المســافـة بين نقطتين مـتـجـاورتين على السطح المستوى و منسوبة إلى الإحداثيات الكرتيزية المتعامدة تعطى بالعلاقة :

$$ds^2 = dx^2_1 + dx^2_2 \quad , \quad ....\ (2:3-7)$$

فـإذا فـرضنا أننا ـ على نفس السطح المسـتوى ـ قمنا بتغيير الإحـداثيات الكرتيزية المتعامدة إلى إحداثيات عامة مثل الإحداثيات القطبية ، أو ماشابه ذلك فإن مربع المسافة بين النقطتين فى هذه الإحـداثيات الموجودة بالكامل على السطح المستوى تؤول إلى الصورة :

$$ds^2 = a_{11}\, dx^2_1 + a_{12}\, dx_1\, dx_2 + a_{21} dx_1 dx_2 + a_{22}\, dx^2_2 \quad ,\ ...\ (2:3-8)$$

إن الخلط حـدث عندما اعتُبرت العـلاقة (5 - 4 : 3) تكافئ العـلاقة (8 - 4 : 3) دون أخـذ الحيطـة و اعتبار حقـيقة أن العلاقـة (8 - 4 : 3) يمكن أن تؤول إلى العلاقة (7 - 4 : 3) لتعبر عن حقيقة أن السطح مستو ، في حين أن العلاقة (5 - 4 : 3) لايمكن أن تؤول إلى العلاقة (6 - 4 : 3) تأكيداً لحقيـقة أنها على سطح كروى عام ، وهذا هو مصدر الخلط على المستوى الرياضى ، بالإضافة إلى الخلط الطبيعى سالف الإشارة إليه ٠

و بين هذا الخلط يلزم إيضاح :

إن الحركة المطلقة لامعنى لها حيث لامرجع لها ؛ فإذا كانت الحركة خطية منتظمة بين هياكل الرصد ؛ فإن حقيقة عدم إدراكها ذاتياً يولد التكافؤ التام بين هياكل الرصد الحرة : إنه « مبدأ النسبية » ؛ أما الحركة العامة لهياكل الرصد مع إمكانية « إدراك معدل التغير فى حركتها » يوهن مـن التكافـؤ بينها ، و يصبح فى الإمكان التمييز بين الهيكل الحر و الهيكل ذات الحركة العامة (على الأقل بمسبب الحركة العامة مهما كان سبب هذه الحركة سواء كان سبباً صناعياً أو طبيعياً ، علاوة على أن التعبير : « إدراك معـدل التغير فى الحركة » يؤكد بنصـه أن الإدراك حدث للحركة النسبيـة لأن « معـدل التغير » يعنى النسبية فى مضمونه) ، و باختصار فهذا يؤدى إلى : إن إدراك معدل التغير فى « الحركة العامة » لا يعنى إدراك حركتها المطلقة ، إنه يعنى إدراك حركتها بالنسـبة للهياكل الأخـرى : أى حركتها النسبية ؛ و بذلك فإن الحركة المطلقة سـواء حركة عامة أو خاصـة لا معنى لهـا حيث لا مرجـع

لها ، و ليس فى ذلك ما يخول عقد تكافؤ طبيعى بين هياكل الرصد الحرة و الغير حرة .

إن « مبدأ تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » قد حير الفكر العلمى طويلا ، فلقد كان مستعصياً على المنطق العلمى : كيف أن قدرة القصور للمادة تكافئ قدرتها على الجذب ، على الرغم من الاختلاف البين بين مفهوم القصور للمادة وقدرتها على الجذب ، و هذا الاختلاف يظهر ابتداء من تعريف هاتين الظاهرتين ؟ .

إن مبدأ « تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » يجد فى الطبيعة ترجمته فى العبارة التالية : « مسار أى جسيم فى مجال الجذب الطبيعى لا يعتمد على كتلة الجسيم » .

و لإظهار غرابة ، و فى نفس الوقت تناغم هذا المبدأ مع ظواهر الطبيعة فإننا نجد أن الاجسام جميعها ـ بصرف النظر عن كتلتها ـ تسقط بسرعة واحدة فى مجال الجذب الطبيعى بمعنى : أن « فيل » و « ريشة عصفور » إذا ألقيا من أعلى برج فإنهما يصلان (بعيداً عن مقاومة الهواء) إلى سطح الأرض فى نفس اللحظة و بنفس السرعة ! أليس هذا بغريب ! ؟ .

لنفرض الآن أن هذا البرج مجهز بمصعد لنزول الزائرين ، و أن أبًا و ابنه : الطفل الصغير يريدان الهبوط بهذا المصعد ؛ ففى غياب مبدأ التكافؤ هذا سيجد الأب ـ أثناء هبوطهما ـ نفسه واقفاً على قدميه على أرضية المصعد فى حين أن ابنه الصغير واقف فى الهواء وقد التصق رأسه بسقف

هذا المصعد ! ، إن هـذا الموقف ينشأ فى غياب مبدأ « تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » ، هنالك نشـعر بأهميـة هـذا المبدأ ، و ليسقط «الفيل» مع « ريشة العصفور » بنفس السرعة و فى نفس الوقت ، و يبقى لنا مبدأ تكافؤ القصور بالجذب ليبقى الأب وابنه قدماهما علـى أرضيـة المصعد . و هذا مانعنيه بتناغم « مبدأ تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » مع الطبيعة . إننا نريد القول : فى غياب هذا المبـدأ فإن الأمـور سـتختلط أشـد الاختـلاط ، و يمكن ضرب أمثلة لا حصر لها لذلك ٠

و من منظور إيجـابيـة إطار « الفـراغ ـ الزمن » ، فلقـد أحـسن العـالم الطبيعى الروسى « ف . فوك » استقبال الطبيعة و قرأ خطابها بخصوص هذا المبدأ و استوعب فحواه و مضـمونه ؛ فاتخـذه نقطة انطلاقه لصياغة نظرية « الجاذبيـة » بدلا من مبدأ « النسبية العامة » : هذا المبدأ الذى لا يجد مأوى له فى الطبيعة ، و لقد تم له صياغة هذه النظرية على الاعتـبارات التالية :

إن النتيجة النهائية لـ « النظرية النسـبية الخاصة » هـى إظهـار أن هندسـة « الفـراغ ـ الزمن » الحـر ـ أى الخـالى من المادة ـ هى الهندسـة الإقليـدية المستوية ، و أن حـركة الجسيم الحر فى « الفراغ ـ الزمن » الحر تُظهر دون لبس انتظام هذا « الفـراغ ـ الزمن » ، و تؤكـد أن هندسـتـه هى الهندسـة الإقليدية المنتظمة ، فى حين أن الحركة الغير منتظمة للجسيم الحر فى مجال جذب فى منطقة ما من « الفراغ ـ الزمن » تُظهـر دون لبس حيود خـواص هذه المنطقة عن الهندسة الإقليـدية ؛ فإذا كان مسار الجسيم الحر فى هـذه

المنطقة لا يعتمد على خـواص الجسـيم الذاتية كما يؤكدها لنا مبدأ التكافؤ ، فإن فرضية أن الخواص الذاتية لهندسة « الفراغ ـ الزمن » فى منطقة الجذب الطبيعى الناشئة من وجود الكتلة الجاذبة هى خواص ريمونية لاإقليدية تفرض نفسها ، و تصير حركة الجسيم فيها خاضعة لهيمنة هذه الخواص ٠

هكذا بمنتهى السلاسة و البساطة تصاغ نظرية الجاذبية دون الحاجة إلى مبدأ لا يجد ملجأ له فى الطبيعة ٠

إن الخط السمتى (الجيوديسى) فى الهندسة الريمونية يقابله الخط المستقيم فى الهندسة الإقليدية ؛ فكما نقول أن الخط المستقيم ـ فى المستوى الإقليدى ـ هو أسهل و أقصر مسار بين نقطتين ؛ فإن الخط السمتى هو أسهل و أقصر مسار بين نقطتين على السطح الريمونى (جزء من دائرة عظمى فى حالة الكرة مثلا) . و فى هندسة « الفراغ ـ الزمن » الحر حيث الخواص الإقليدية ؛ فإن الجسيم الحر يتحرك حركة منتظمة فى خط مستقيم ؛ فتكون الحركة الخطية المنتظمة هى التعبير عن أبسط و أسهل حركة للجسيم الحر فى هذه الهندسة الإقليدية . و على نفس الوتيرة ففى هندسة « الفراغ ـ الزمن » الريمونى حيث مجال الجذب الطبيعى (الناشئ عن كتلة طبيعية) ؛ فإن أبسط و أسهل حركة للجسيم الحر هى الحركة على الخط السمتى لهذه الهندسة الريمونية ، و بإيحاء من مبدأ « تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » ؛ فإنه يمكننا القول بأن حركة الجسيم الحر فى مجال الجذب تكون على طول الخط السمتى لهندسة هذا المجال الريمونى ؛ فبذلك تتأكد استقلالية و عدم اعتماد الحركة للجسيم الحر على خواصه الذاتية (قصوره) ،

و يصير التناغم و التوافق بين ظاهرة الجاذبية مع « مبدأ تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » ·

وأيضاً فمن منظور إيجابية إطار « الفراغ ـ الزمن » ؛ فإن القصور فى «النسبية الخاصة» يرجع إلى إيجابية « الفراغ ـ الزمن » ؛ و ها هنا فإن الهندسة اللاإقليدية لـ « الفراغ ـ الزمن » تظهر فى الطبيعة كجاذبية فيكون القصور و الجاذبية وجهين لعملة واحدة هى خواص « الفراغ ـ الزمن » ، و يصير مبدأ « تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » هو تعبير الطبيعة عن إيجابية خواص « الفراغ ـ الزمن » ، و أن حركة الجسيم الحر تعكس و تعبر عن إيجابية هذه الخواص ·

إن مبدأ التكافؤ يقدم لنا أساساً منطقياً لنظرية الجذب باعتبار أن ظاهرة الجذب هى ترجمة لحيود هندسة « الفراغ ـ الزمن » عن الهندسة الإقليدية ، و فى غياب مجال الجذب تؤول هندسة « الفراغ ـ الزمن » إلى الهندسة المستوية : منتهى التناغم بين المبدأ و الطبيعة ، و ليس لنا من حاجة إلى مبدأ صناعى آخر لصياغة و تأسيس هذه النظرية : « نظرية الفراغ ـ الزمن والجاذبية » ·

إن تأسيس « النظرية النسبية العامة » على مبدأ تكافؤ الحركة العامة بمجال الجذب الطبيعى بـه من التلفيق مايسهل اكتشافه ، و هو أيضاً انزلاق و وقوع فى شرك آخر من شراك الطبيعة المصرة على ستر نفسها ، علاوة على مايسببه ـ هذا المبدأ ـ من حيرة و ارتباك بل و خطأ فهم للنظرية نفسها .

و على الرغم مما يتوفر فى هذه النظرية من تفسيرات لبعض الظواهر الطبيعية التى عجزت أمامها نظرية الجذب النيوتونية و على رأسها : حقيقة تقدم (دوران) محور الأوج ـ الحضيض الشمسى للكواكب السيارة ، فيجدر الإشارة هنا إلى توافر تفسير لتلك الحقيقة من خلال « نظرية ميكانيكا الكم » و فى إطار « فراغ – زمن » جاليلى ٠

لقد حبتنا الطبيعة مجال جذب فريد ذا خواص مميزة ؛ فهو يركز قوته حول الكتلة المسببة له ، و ينتشر ، و يتوزع حولها فى تماثل و تناسق بديع فى الأبعاد الفراغية الثلاثة ، و يتلاشى تدريجياً كلما بعدنا عن مركز كتلته ، علاوة على أن تأثيره يسرى و يتخلل بلطف (بفضل مبدأ تكافؤ القصور بالجاذبية)، و هذه كلها صفات لا نظير لها ، و ليس هناك غير تلك الأوصاف التى يتميز بها مجال الجذب الطبيعى ، ذلك إذا أردنا له أن يكون طبيعياً .

إن الصفة الأساسية لهذا المجال الطبيعى هو أنه يتلاشى تدريجياً فى الـ « ما لا نهاية » بعيداً عن الكتلة المسببة له ، و أى مجال جذب لا يملك هذه الخاصية ؛ فليس فيه من الطبيعية شىء ٠

إن نعت « العامة » فى تسمية « النظرية النسبية العامة » يعنى : تكافؤ مجال الجذب بالحركة النسبية « العامة » بين هيكلى رصد ، و نعت « العامة » فى تسمية « مبدأ النسبية العامة » يعنى : تكافؤ جميع هياكل الرصد ذات الحركة النسبية « العامة » ؛ وبهذا فإن هذا المبدأ يعرض أمامنا و يقدم لنا عدداً لا نهائياً من مجالات جذب ناتجة عن عدد لا نهائى من احتمالات حركة

نسبية « عامة » بين هيكلى رصد ، و للاندهاش فبين العدد اللانهائى من مجالات الجذب هذه ، ليس هناك مجال واحد فيها يكافئ مجال الجذب الطبيعى ! فسبحان الله ! أى مبدأ هذا الذى لايجد بين عدد لانهائى من احتمالاته احتمالا واحداً فى الطبيعة يؤويه :

إنه إذاً مبدأ زائف ، تأسست عليه تسمية تلفيقية لتكافؤ غير طبيعى ·

فى الفصل (١ ـ ٦) عندما عرّفنا هيكل الرصد الحر ، ذكرنا بطريقة عارضة أن « المركبة الفضائية » الممثلة لهذا الهيكل الحر ليس فيها أى معدات أو محركات دفع ذاتية ، و أنها تسبح حرة طليقة فى الفراغ الحر . إن معنى ذلك أننا إذا أردنا أن نوجد هيكل رصد بحركة « عامة » ؛ فإن علينا تزويد هذا الهيكل بمحركات قادرة على بث الحركة فى هذا الهيكل ، و تحريكه حركة « عامة » : أى أننا فى هيكل رصد ذات حركة صناعية ؛ فلا عجب أن يتولد عند هذا الهيكل مجال جذب صناعى ، و لا يمكننا منطقياً أو فلسفياً عقد تكافؤ بين مجال جذب ناشئ عن حركة عامة ، و مجال جذب طبيعى ، علاوة على أن زيف هذا المجال الصناعى تؤكده شروطه و مقاديره عند « ما لا نهاية » ؛ بالإضافة إلى ذلك و بالتأكيد : لا يمكن إيجاد مجال جذب صناعى على مستوى الأبعاد الفراغية الثلاثة ، ليكون مطابقاً و مكافئاً لمجال الجذب الطبيعى ؛ فأى حركة هذه التى يمكنها تقليد ذلك التماثل و التناسق المجسم لمجال الجذب الطبيعى ، فى ابعادة الفراغية الثلاثة ! ؟ ·

لقد سبق و ذكرنا أن مجال الجذب الطبيعى يملك خواصاً فريدةً من حيث التماثل و التناسق و التوزيع حول الكتلة المسببة له ، علاوة على لطف تخلله ، فهذه صفات مميزة لمجال الجذب الطبيعى ، و مرجعها أساساً تناغم « مبدأ تكافؤ الكتلةالقاصرة بالكتلة الجاذبة » مع الطبيعة ليؤدى إلى حقيقة أن الجسيم يتحرك على الخط السمتى لمجال الجذب ، و لبيان ذلك : فلنفرض أننا ركاب « مركبة فضائية » قد بدأت متحركة حرة نحو مجال جذب طبيعى سببته كتلة فى الفراغ ؛ فإذا ركزنا اهتمامنا فقط ـ أثناء تعرضنا لهذا المجال ، أو دوراننا فى فلك تلك الكتلة المسببة للمجال ـ فيما يدور داخل « مركبتنا الفضائية » ، فإننا لن نشعر بتأثير هذا المجال ! ، و من لديه شك فى ذلك فإننا سكان كوكب الأرض نمارس و نتعرض لهذه التجربة كل لحظة ؛ فإننا ندور فى فلك جاذبية كتلة الشمس ؛ فمن منا شعر بهذه الجاذبية ! ؟ فشكراً لمبدأ « تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » المؤدى إلى الحركة على الخط السمتى لهندسة مجال الجذب . تفسير ذلك من الوجهة الرياضية يمكن فهمه بسهولة ؛ فكما أنه من الممكن عند أى نقطة على أى منحنى أن نرسم خطاً مستقيماً مماساً لهذا المنحنى ، معنى ذلك أن المماس و المنحنى يتطابقان تماماً عند نقطة التماس ، و يقال رياضياً : إن المنطقة المتناهية فى الصغر الموجودة على المنحنى و المحيطة بنقطة التماس تنطبق خواصها على خواص الخط المستقيم ، وكذلك فإن أى سطح كروى يمكن إيجاد المستوى الذى يمسه عند أى نقطة فيه ، و يقال رياضياً : إنه عند أى نقطة على سطح كروى

فإن المنطقة المتناهية فى الصغر المحيطة بهذه النقطة على السطح الكروى تنطبق خواصها على خواص المستوى المماس : أى أن فى المنطقة المتناهية فى الصغر عند نقطة التماس تظهر خواص الهندسة الإقليدية المستوية ، أليس لهذا السبب و هذه الخاصية ظلت حقيقة كروية الأرض خافية على سكانها ! ؟ ، ببساطة لأن إمكانياتهم فى ذاك الوقت كانت قادرة فقط على دراسة و فحص المنطقة الصغيرة المحيطة بهم . و فى مجال الجذب ـ و من فهم نظرية الجذب على أنها خواص هندسة « الفراغ ـ الزمن » ـ يقال إذًا : عند أى لحظة فى « المركبة الفضائية » الحرة المتواجدة فى مجال جذب ؛ فإنه فى المنطقة المحيطة (أى حدود « المركبة الفضائية » أو زد قليلا) تنطبق الخواص الهندسية لـ « الفراغ ـ الزمن » على الخواص المستوية الإقليدية و تلك مشتقات و نتائج رياضية ـ لا زيغ و لا لبس فيها ـ نابعة و ملازمة للحركة على الخط السمتى لهندسة هذا المجال : أى أننا فى حدود المنطقة الصغيرة حول و داخل المركبة السابحة حرة فى مجال الجذب نكون فى مجال ذات خواص هندسية إقليدية مستوية : أى أننا متحررون من الجاذبية تأكيدًا على لطف تخللها ، و التجارب ماثلة أمامنا : فإن أردت أن تمارسها فما عليك سوى الهبوط بمصعد يتحرك إلى أسفل برج بعجلة الجاذبية الأرضية ، على أن تزود أرضيته بميزان لقياس ضغط وزنك عليها أى قياس قوة جذب كتلة الأرض لك (كلنا قد تعرض لهذه المسألة الرياضية النظرية أثناء دراسته للديناميكا) ؛ فماذا تكون النتائج ؟ ، لقد تلاشى ضغط

الوزن على أرضية المصعد عند هبوطه بعجلة الجاذبية : إنه التحرر من الجاذبية ؛ فإذا لم يكن لديك الشجاعة الكافية لممارسة هذه التجربة عملياً ـ و لك طبعاً العذر فى ذلك ؛ فالهبوط بعجلة الجاذبية هو فى الواقع إلقاء النفس من أعلى البرج ـ فقطعاً يمكنك مشاهدة أجهزة التليفزيون للتمتع برؤية رواد الفضاء داخل مركبتهم الفضائية و خارجها فى المنطقة المحيطة بها ، إن حقيقة كون مركبتهم فى فلك تسبح حول الأرض لهو إثبات قاطع بأن مركبتهم الفضائية لا تزال أسيرة جاذبية الكرة الأرضية ، و مع ذلك فإننا نراهم داخل وخارج مركبتهم الفضائية سابحين متحررين من الجاذبية ؛ فبالنسبة لهم : إنهم فى منطقة ذات خواص هندسية مستوية : إنهم خاضعون للحركة الحرة على الخط السمتى لهندسة « الفراغ ـ الزمن » فى مجال الجذب ، و ها هو مبدأ التكافؤ يظهر متناغماً مع الطبيعة فى أحلى صورة ليُظهر خفاء و لطف تخلل تأثير مجال الجذب الطبيعى ؛ فأين هذا من مبدأ تكافؤ مجال الجذب بالحركة « العامة » ؟ : فكلنا مارَسَ أثناء تحرك القطار ، أو وقوفه الإجراءات الاحتياطية الواجبة لتفادى تأثير مجال الجذب الصناعى الناشئ عن الحركة « العامة » ، وكلنا كركاب طائرة مارَسَ نفس الشيء عند إقلاع الطائرة حيث ضرورة ربط الأحزمة و الاحتياطات الواجبة لتفادى تأثير الحركة « العامة » و المجال « الصناعى » الناشئ عنها ، أما الادعاء بأن هذه الإجراءات تحدث فقط عند الإقلاع و الهبوط فمردود عليه: فإن الحركة « العامة » و المجال « الصناعى » هما فقط عند

الإقلاع و الهبوط ، و فيما بينهما فمفروض حركة خطية منتظمة : إنها حقيقة الفرق بين مجال الجذب الطبيعي و مجال الجذب الصناعي ·

إن حقيقة ملازمة الخواص الإقليدية المستوية للمنطقة المحيطة بلحركة على طول الخط السمتي فى مجال الجذب الطبيعي قد يكون فيها موضع الشَّركُ للانزلاق إلى ضلال « مبدأ النسبية العامة » . و لتوضيح و تبسيط معنى هذه العبارة ، لنعد الى ركاب « المركبة الفضائية » السابحة حرة فى مجال جذب طبيعي ، و بكونهم مهتمين و منكبين ـ فقط ـ على ما يدور فى مركبتهم و المنطقة المحيطة بها ، فإن مصاحبة الخواص الإقليدية المستوية لـ « الفراغ ـ الزمن » لهم ـ اثناء حركتهم فى مجال الجذب ـ فيها مدعاة لظنهم بأنهم اصحاب هيكل رصد « حر » يطابق هيكل الرصد المشار اليه فى بند (١ : ٢) ، فينعقد لهم « مبدأ النسبية العامة » : تكافؤ جميع هياكل الرصد تأسيسا على ظنهم هذا ، اما اذا اهتموا ، و نظروا الى الافق كيف تكون حركة الجسيم الحر فيه ، فسيتضح لهم إنه الحق : إنه الاختلاف البين بين هيكل رصدهم والهيكل الحر فى « الفراغ ـ الزمن» الحر : إنه زيف « مبدأ النسبية العامة » ·

فى هذا المقام تبقى لنا نقطة نريد أن نشير إليها ـ ليس لأهميتها و لكن ـ لنختتم بها هذا الفصل المثير عن قصة الجاذبية : لقد كانت إحدى قصص الخيال العلمى تدور حول الرغبة فى التخلص من تأثير الجاذبية

بوسائل صناعية ، و جاء مبدأ تكافؤ مجال الجذب الصناعي الناشئ عن الحركة العامة بمجال الجذب الطبيعي ، و أحيا الأمل في الوصول إلى هذا الحلم ، ربما عن طريق توليفة حركة « عامة » ليتولد عنها مجال صناعي يلغي تأثير المجال الطبيعي :

إن الفكرة خاطئة و المبدأ مزيف و الهدف مستحيل ؛

فإذا أراد إنسان أن يتحرر و يلغي تأثير مجال الجذب الطبيعي حوله [هناك فرق بين أن تلغي و تتحرر من مجال جذب و بين أن تتخلص منه بمعنى أن تهرب ؛ فالهروب طبعاً ممكن بصاروخ !] ؛ فهناك سبيل واحد لذلك هو : أن يلقي بنفسه حراً في هذا المجال ، و أن يستسلم سابحاً فيه خاضعاً لخواصه .

و تلخيصاً : لقد تم تلفيق « النظرية النسبية العامة » و يقصد بها نظرية « الفراغ ـ الزمن و الجاذبية » على متن مبدأ زائف هو : مبدأ « النسبية العامة » لتقنين تكافؤ غير طبيعي بين مجال الجذب الصناعي الناشئ عن حركة عامة بمجال الجذب الطبيعي الناشئ عن كتلة جاذبة . و لكن انطلاقاً من المبدأ الطبيعي لتكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة (و في إطار فرضية إيجابية خواص « الفراغ ـ الزمن ») أمكن تأسيس نظرية الجذب باعتبارها انعكاساً للخواص اللاإقليدية لهندسة « الفراغ ـ الزمن » ليطلق عليها : « نظرية الفراغ ـ الزمن و الجاذبية » تأكيداً و انعكاساً لإيجابية « الفراغ ـ الزمن » .

و في النهاية ، لقد انهار الاحتمال الأول :

أن تؤدى الحركة العامة إلى تغير فى خواص « الفراغ ـ الزمن » ٠

و يبقى لنا الاحتمال الثانى المؤدى إلى أن الحركة العامة لا تغير من خواص « الفراغ - الزمن » . أليس فى ذلك مدعاة للشك فى مصداقية إيجابية الحركة « الخاصة » على خواص « الفراغ ـ الزمن » ! ؟ ٠

* * *

الخلاصـــة :

إن « النظرية النسبية الجاليلية » القائمة على مبدأ تكافؤ مجموعات الرصد الحرة بآنيتها السيادية المطلقة حيث المادة طليقة حرة و قصورها خاصية ذاتية فيها ، قد تم تشويهها بإحلال فكرة « الفراغ النيوتونى المطلق الساكن » ليحل محل مجموعات الرصد الحرة الطبيعية ، وكان ذلك تحت ضغط الحاجة إلى وسط حامل للموجات الكهرومغناطيسية ۰

وفى نهاية القرن التاسع عشر ، و بناءً على النتائج السلبية لـ « تجربة ميكلسون و مورلى » تم صياغة مايعرف بـ « مبدأ ثبات سرعة الضوء » ؛ فتم التخلى عن فكرة « الفراغ النيوتونى المطلق الساكن » ، و بإيحاء من تسمية هذا المبدأ ، و مع إغفال طبيعة الضوء الموجية انبثقت « النظرية النسبيةالخاصة » ؛ فكان ـ مرة أخرى من جهة أخرى ـ تشويه « النظرية النسبية الجاليلية » بإدخال فرضية « نسبية الآنية » لتحل محل « الآنية المطلقة » كضرورة لتفسير و تبرير « ثبات سرعة الضوء » بين هياكل الرصد الحرة ؛ و بذلك فإن « النظرية النسبية الخاصة » تعتبر إعادة صياغة إطار « الفراغ ـ الزمن » الجاليلى، وكان ذلك من خلال « تحويلات لورانتز » لتحقيق مبدأ ثبات سرعة الضوء ؛ فانبثق تلقائياً مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » كخاصية كيناماتيكية لهذه التحويلات ؛ فقُيدت المادة و فرض قُصورها و حُدت سرعتُها :

إنها نظرية إيجابية « الفراغ ـ الزمن » ۰

إننا أمام الاختيار بين فاعلية المادة فى إطار نسبية « جاليليو » ، أو فاعلية « الفراغ ـ الزمن » فى إطار « النسبية الخاصة » ٠

و بهدف تيسير الاختيار دعنا نقوم بتلخيص و إعادة توضيح الحقائق الأساسية لـ « النسبية » :

* مبـدأ التكافؤ الكـونى : حقيقـة دوام تكافؤ كافـة نقـاط فراغ الكـون و آنيتها ، و قد وجد فيه « مبدأ النسبية » قاعدته الأساسية ، و تعتبر النتـائج الإيجابيـة لـ « تجربة ميكلسون و مورلى » تحقيقاً عملياً له ٠

* مبدأ النسبية : حقيقة تكافؤ هياكل الرصد الحرة ، و يعتبر قانون نيوتن الأول ترجمة صريحة له ٠

* مبـدأ دوبلر : حقيقة إزاحة مستويات الطاقة نتيجة للحركة النسبية : إنه حقيقة استجابة (إيجابية) قصور المادة للحركة النسبية ٠

* مبدأ ثبات انتشار الطاقة : و تأسس على التحقق العملى التجريبى من ثبات سرعة كافة ألوان الضوء الطبيعية ؛ فيتحقق بذلك ثبات كافة ألوان (طاقات) الضوء بين هياكل الرصد الحرة ٠

* مبدأ قصور الطاقة : و قد تم تحقيقه معملياً قبل نهاية القرن التاسـع عشـر (أى قبل ميلاد النظرية النسبية الخاصة ، حيث تم صياغته دون اللجوء إلى فرضيتها) ؛ و نفهمه ـ من منظور « النسبية » ـ على أنه بيان من الطبيعة بخصوص إظهار استجابة (إيجابية) المادة للحركة النسبية ٠

في أثناء محاولاتنا ـ في هذا الكتاب ـ التنسيق و التوفيق بين هذه المعطيات حيث حقيقة أن حركة المادة هي طاقة فلا يمكن دراسة حركة المادة في معزل عن قصور طاقة حركتها ، سواء كانت هذه الدراسة من خلال :

- قانون نيوتن الثاني : المؤهل لدراسة حركة الجسيم المادي المتماسك ، أو
- « مبدأ دوبلر » : المؤهل لدراسة إزاحة مستويات الطاقة ،

فاستنبطنا « قانون الجمع للسرعات » : المترجم و المعبر عن « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » بين هياكل الرصد الحرة ، و المتوافق في ذات الوقت مع « مبدأ النسبية » ، وكان ذلك في إطار « نسبية جاليليو » حيث الآنية سيادية مطلقة .

فإذا تمسكنا بقانون بقاء حركة مركز ثقل القصور بين هياكل الرصد ـ و هذا يعني التمسك بفكرة الجسيم الصلد المتماسك ـ فإن كيناماتيكا « قانون الجمع للسرعات » تقودنا من خلال « مبدأ النسبية » إلى « تحويلات لورانتز » ، و يصير القصور خاصية كيناماتيكية لهذه التحويلات ؛ و بذلك فإن مدى الاحتياج لفرضية « نسبية الآنية » كان استكمالا لعقد تكافؤ الكتلة بالطاقة ليشمل خاصية الحركة وصولا إلى « مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة » ، تكافؤ بمعناه و نصه .

إن ثقل قيد هذا التكافؤ ، و مايتطلبه في معالجة قصور طاقة حركة الجسيم بنفس كيفية معالجة قصور كتلة الجسيم الطبيعية ـ و على وجة الخصوص التمسك بقانون بقاء حركة مركز ثقل القصور الكلي ، و الاحتفاظ

بهذا المركز واحداً فى جميع هياكل الرصد ـ جعل فرضية « نسبية الآنية » حتمية لا مفر منها لاستيعاب هذا التكافؤ ، بل قل لإنتاجه ، و كان ذلك على حساب خواص « الفراغ – الزمن » :

إنها « النظرية النسبية الخاصة » : نظرية إيجابية إطار « الفراغ ـ الزمن » ٠

إن هذا التكافؤ ـ و على وجه التحديد فى خاصية الانتقال بين الكتلة و الطاقة ـ أمرٌ لا تؤيده الظواهر الطبيعية و لا يقبله المنطق ، و من ثم يرفضه الإدراك البشرى ، و بالرغم من ذلك سُحِبَ هذا التكافؤ ليشمل الفراغ بالزمن ليشكلا و يجسدا معًا متصلا ذا أربعة أبعاد فى ظل مفهوم « النسبية الخاصة » ٠

أما بتخفيفنا لثقل هذا القيد بقصر التكافؤ هذا على خاصية القصور دون الحركة ، مع إمكانية إعادة تصور و فهم الجسيم المادى و قصوره ، ليتمشى مع انطلاقات ازدواجية المادة ؛ فهذا يقودنا إلى تصور و فهم الجسيم الساكن على أن له ترددًا هو مقياس لقصوره الساكن (التردد الطبيعى للجسيم) ، و يؤخذ هذا التردد نواة لاستجابة المادة للحركة النسبية ؛ حيث ينفعل معها حسب « مبدأ دوبلر » ليعطى التردد الكلى المعبر عن القصور الكلى للجسيم ؛ فبذلك تستكمل فرضية إيجابية المادة أركانها ، و يصير « ثبات انتشار الطاقة » راجعًا إلى إيجابية المادة خاضعًا لسيادية « الآنية المطلقة » فى ظل « نسبية جاليليو » ٠

و باختصار : إنه الاختيار بين « نسبية جاليليو » أو « النسبية الخاصة » ، و مدى الحاجة لتحل « نسبية الآنية » محل « الآنية المطلقة » فى تأسيس

تكافؤ هياكل الرصد الحرة ـ اى تحقيـق « مبدأ النسبية » ـ مع تحقيـق « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » ، و صياغة علاقة الكتلة بالطاقة ، و مـدى تكافئهما :

إنـه الاختيار بين فرضية « نسبية الانيـة » : تلك الفرضية التى تمس مفهوم فكرة « الزمن » الذى بـدوره لا علـم و لا يقـين لنـا بـه ؛ و فرضية « نسبية تردد الطاقة » هذه الفرضية التى تعتبر ـ من منظور « مبدأ النسبية » ـ انعكاساً مباشراً لحقائق طبيعية : « مبدأ دوبـلر » و « مبدأ قصـور الطاقـة » :

إنه الاختيار بين « إيجابية الفراغ ـ الزمن » ، أو « إيجابية المـادة » .

* * *

إن علم الرياضة يمكنه صياغة نظرية متكاملة تحقق أكبر قدر ممكن من التناغم ، لكن ليس بالحتم أن تكون نظرية معبرة تعبيراً حقيقياً متطابقاً مع النظام الفعلي الموجود في الطبيعة ، و إن كانت قوانينها ـ أي القوانين الرياضية النظرية ـ ذات تكامل بديع علاوة على أن نتائج معملية قد تتحقق في إطار و وفق تلك القوانين ، و الأمثلة على ذلك ممكنة ، و لكن يبقى للعقل البشري حسن إدراكه و ملكة تصوره و منطق اختياره ، و هذا هو التحدي الحقيقي للعقل البشري . أليس قانون التربيع العكسي لنيوتن الذي بني عليه نظرية جذبه نموذجاً و مثالا فاضحاً لذلك ! ؟ ، ألم ينم عن عجزه فشل هذه النظرية أمام حقيقة : تقدم (دوران) محور الأوج ـ الحضيض الشمسي للكوالكب السيارة ! ؟ ؛ و على نفس القانون أرسيت مبادئ علم الضوء ، و عليه أيضاً تأسست قوانين الكهرباء و المغناطيسية : أعمدة قوانين ماكسويل للمجال الكهرومغناطيسي ، و أفشى وهن هذه القوانين حقيقة اختلاف سرعة ألوان الضوء في الوسط المادي الواحد ....!، أمن العدل إذاً تنصيب هذه القوانين قاضيًا و جلاداً لـ « نسبية جاليليو » ! ؟ .

إن التاريخ يعيد نفسه ؛ فكما أن « ماكسويل » صاغ قوانين المجال الكهرومغناطيسي على فرضية خاطئة ـ هي وجود الإثير كوسط حامل للموجات الكهرومغناطيسية يملأ هذا الفراغ النيوتوني المطلق الساكن ـ فإن صاحب نظرية الجذب « العامة » قد صاغ نظريته على متن مبدأ زائف هو : « مبدأ النسبية العامة » لتلفيق تكافؤ (غير طبيعي !) لمجال الجذب بالحركة

العامة لتقنين نظرية الجذب لديه ؛ فأطلق اسم « النظرية النسبية العامة » على مايقصد به نظرية « الفراغ ـ الزمن و الجاذبية » ·

إن علم الرياضــة هــو آليــة تداعيات المنطــق ، و لكن للطبيعة تدبيراً و مراداً و لها مكرها و وسائلها لستر مكنونها . و لقد اتخذت من « مبدأ دوبلر » ساتراً لحقيقة قصور طاقتها ، و هاهي تتخذ من مبدأ تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبــة سبيلا للكشف عن مكنون جاذبيتها ·

* * *

تم بحمد الله وعونه

الاسكندرية فى سبتمبر ١٩٩٤



خاتمـــــة :

بحمد الله تم كتابنا هذا ، وكان محوره تساؤلا يدور ـ و لايزال ـ حول إيجابية المادة أو إيجابية الإطار الحاوى لها ·

و لقـد تبنت النظرية النسـبية « الخاصة » فرضـيـة إيجـابية إطـار المـادة و حركتها : « الفراغ ـ الزمن » ، و تم لها ذلك فى صياغة رياضية مثيرة متكاملة بديعة مدهشة تحسد عليها .. ! ·

و لاندعى أننا طرقنا سبيلا جديداً غير مسبوق بهذه التساؤلات بل إنها كانت ـ و لاتزال ـ تساؤلات فلسفيـة من الطراز الأول ، وكـان لهـا صدى صارخ على مر الزمان ·

إن جذور هذه التساؤلات جميعها ، توحى بأنها تخرج من مشكاة واحدة .. ؛ و أقرب نموذج يشابه نموذجنا فى هذا الكتاب ـ و لا عجب أن يكون أيضاً مـرتبطاً بالطاقـة ـ هو النمـوذج الذى يظهـر لنا فى دراسـة «الديناميكا الحرارية» : فهـا هو قـانونهـا الأول ينص على بقاء الطاقة ، أما قانونها الثانى ؛ فالله وحده أعلم بأمره ... و مكنونه و بما يحيط به من أسرار و نظام .. ، فـهـو ينظم و يحدد انتـقالات الطاقة وكفاءتها من مستوياتها الحرارية المختلفة ، و يضع سياجه على الطاقة بطريقة محكمة .... معجزة ...، و أقـصى مـايمكننا التـشـدق به هو : بدون هذا القـانون الطبيـعى المحكم لارتبكت الأمور و اشتد الاختلاط ... !! . إن نقطة اهتمامنا فى « الديناميكا

الحرارية » تنحصر فى درجة حرارتها « الدنيا » التى تحددت و عينت و أطلق عليها درجة « الصفر المطلق » ؛ فمن تسميتها يفهم أنها درجة الحرارة « الدنيا » لهذا الكون ؛ فهل هذه الدرجة خاصية ترجع إلى خواص المادة فى هذا الكون ! ... ، أم أنها خاصية تُفرض على المادة ! ؟ ... ؛ بمعنى :

أنه إذا جئنا بمادة ذات خواص مختلفة عما نألفه فى المادة الحالية لهذا الكون ؛ فهل درجة الحرارة الدنيا لهذا الكون تبقى هى هى نفسها الدرجة « الدنيا » : الصفر المطلق نفسه ! ؟ ، و هل حدد الكون درجة حرارته الدنيا... ، و لم يحدد درجة حرارته القصوى ؟ : أى قاع بلا سماء ! ؟ ، و إذا كان الكون قد حدد درجة حرارته « الدنيا » ؛ فلماذا تم صياغتها بمعلومية ثوابت مادته .... و من خلال خواصها ! ؟ ٠

إننا مرة أخرى و فى مجال آخر أمام نفس التساؤل :

فاعلية المادة ، أم فاعلية الإطار الحاوى لها ! ؟.... ، أم أننا أمام وجهين لحقيقة واحدة : فعل كن ؛ فكانت من اللاشىء و فى اللاشىء ! سبحانك ! ما خلقت هذا باطلا ، لقد رأينا آياتك فى الآفاق .. ! ولم نفهمها ! .. إنا جاهلون ... وإنك رؤوف رحيم ، فلم تكلفنا إلا وسعنا ٠

ربنا فزدنا بفضلك من علمك ... حتى يتحقق مرادك فى خلافة الأرض ... ويتم لها زخرفها ٠

* * *

ملاحق الكتاب

ملحق رقم (١)

قصـــور الطـاقة

القصور صمد الظـواهرالطبـيعية كلهـا و ركيزة القوانين الميكانيكية ؛ و العلاقة التى تربط الطاقة بقصـورها يمكن استـنباطها ـ كما يجب أن تكون ـ على أسس و مفاهيم القوانين الميكانيكية ، و مما هو جدير بالملاحظة أن استنباط تلك العلاقة ـ من منظور القوانين الميكانيكية التقليدية ـ قد تم على يد صاحب « النظرية النسبية الخاصة » ، و لم يستخدم فيه أى فرضية من فرضيات نسبيته « الخاصة » ٠

لقد صار واضحاً ، فى نهاية القرن التاسع عشر ، حقيقة أن الضوء الواقع على أى سطح يولد ضغطاً ؛ و لقد وُجد بالتجربة أن كمية الحركة المنقولة إلى سطح معين نتيجة لسقوط ومضة ضوئية عليه تعطى بالعلاقة :

$$P = \frac{E}{c} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1-1)$$

حيث " E " هى طاقة الومضة الضوئية ، " c " هى سرعة الضوء ؛ هذه الحقيقة أكدتها تجارب عام (١٨٩٠) ، و تم التحقق منها بدقة كبيرة عام (١٩٠١) ، فإذا ما أضيفت هذه الحقيقة التجريبية إلى بدهيات و مفاهيم النظرية الميكانيكية النيوتونية ؛ فإننا نصل بالمثال النظرى التالى إلى صياغة قانون قصور الطاقة :

إذا كان لدينا أنبوبة طولها "L" وكتلتها " m " ، ويوجد عند طرفيها جسيمان : (أ) عند الطرف الأيمن ، و (ب) عند الطرف الأيسر ، وكان الجسيمان متماثلين تماماً ، وعلى وجه الخصوص من حيث كتلتيهما (قصورهما) فإذا فرضنا أن الجسيم (أ) لدية قدر من الطاقة (و لتكن على صورة طاقة حرارية) مقدارها " E " ؛ وأن الجسيم (أ) قادر على إطلاق هذه الطاقة صوب الجسيم (ب) بصورة طبيعية ، كما أن الجسيم (ب) قادر هو الآخر على إمتصاصها بصورة طبيعية ؛ فحسب القانون الثالث لنيوتن : فإن أى جسم يشع طاقة يتعرض لضغط عكسى نتيجة لإطلاقه الطاقة تماماً كرد فعل إطلاق قذيفة من مدفع ؛ كما أن أى جسم يمتص طاقة يكتسب كمية حركة تماماً ككرة متعرضة لركلة قدم . لنفرض أن كمية الحركة التى أطلقها الجسيم (أ) هى " P " فتكون قد انتقلت إلى جدار الانبوبة الأيمن فجعلها تتحرك ناحية اليمين بسرعة " u " فتكون :

$$P = mu , \quad \text{..........} \quad (1-2)$$

فإذا كانت سرعة انتشار الطاقة هى " c " ؛ فإن الزمن اللازم لـ « كم » الطاقة للوصول إلى الجسيم (ب) هو :

$$t = \frac{L}{c} , \quad \text{..........} \quad (1-3)$$

و من بديهيات المنطق : فرض أن ميكانيكا بث الحركة فى الأنبوبة نتيجة لضغط الجسيم (أ) على جدارها الأيمن يتساوى مع ميكانيكا إخماد الحركة فيها نتيجة لضغط الجسيم (ب) على جدارها الأيسر ، و لكن بداية زمن بث

الحركة سبق بداية زمن إخمادها بفترة زمنية مقدارها زمن وصول الطاقة من (أ) إلى (ب) أى بفترة قدرها :

$$t = \frac{L}{c} ,$$

تكون الأنبوبة خلالها قد انتقلت إلى اليمين مسافة مقدارها (x) تعطى بالعلاقة :

$$x = u\,t , \qquad (1-4)$$

ومن العلاقتين (2 - 1) ، (3 - 1) فإن العلاقة (4 - 1) تكتب على الصورة :

$$x = \frac{PL}{mc} , \qquad (1-5)$$

لقد تمت عملية داخلية بالأنبوبة { نقل طاقة مقدارها " E " من (أ) إلى (ب)} نتج عنها حركة إجمالية للأنبوبة نفسها دون تأثير أى قوى خارجية ، فمن منظور القوانين الميكانيكية فإن مركز ثقل (قصور) الأنبوبة بمكوناتها : (أ) و (ب) لا يمكن أن يتحرك و إلا لكان فى ذلك إنهيار لأساسيات و بدهيات هذه القوانين ، و يكون الحل الوحيد المتاح أمامها للخروج من هذا التناقض هو الفرضية المنطقية : للطاقة قصور تم نقله من (أ) إلى (ب) نتج عنه نقل الأنبوبة مسافة (x) إلى ناحية اليمين ، و بغير هذه الفرضية لايمكن أن يستقيم المنطق ؛ لذلك سنفرض أن كمية الطاقة " E " المنقولة من (أ) إلى (ب) لها قصور قدره " m " ، و حسب قواعد القوانين الميكانيكية النيوتونية و مبدأ بقاء كمية الحركة المسيطر فى هذه

القوانين ؛ فإن كمية حركة الانبوبة تساوى و تضاد كمية حركة الطاقة ذات القصور " m " ، أى :

$$mu = mc \quad , \quad \ldots\ldots \quad (1-6)$$

و بالتعويض من (3 - 1) ، (4 - 1) فى العلاقة (6 - 1) نحصل على :

$$x = \frac{mL}{m} \quad , \quad \ldots\ldots \quad (1-7)$$

و بما أن المسافة فى العلاقة (5 - 1) هى نفسها المسافة فى العلاقة (7 - 1) فإن :

$$\frac{PL}{mc} = \frac{m\,L}{m}$$

و منها ينتج أن :

$$p = mc \quad , \quad \ldots\ldots \quad (1-8)$$

و باستخدام العلاقة (1 - 1) للتعويض فى (8 - 1) نحصل على :

$$E = mc^2 \quad , \quad \ldots\ldots \quad (1-9)$$

و هذا هو مايطلق عليه قانون القصور للطاقة ٠

و بإختصار : لقد أثبتت التجربة أن للطاقة كمية حركة خاضعة للعلاقة رقم (1 -1) فيصبح قصور الطاقة بدهية من بدهيات الميكانيكية النيوتونية التقليدية و تحكمه العلاقة (9 - 1) ٠

* * *

ملحق رقم (٢)

القصــور الكلى لجسيم متحرك

إذا كان لدينا جسيم كتلته الاستاتيكية الساكنة الطبيعية هى " m_o " ، فبطبيعة الحال يكتسب طاقة عندما يتحرك ، و حيث أن للطاقة قصوراً ، فإن طاقة حركته المكتسبة تعنى زيادة فى قصوره ، و يصير القصور الكلى للجسيم المتحرك هو قصور كتلته الساكنة مضافاً إليها قصور طاقة حركته ؛ وللحصول على الصياغة الرياضية للقصور الكلى للجسيم المتحرك ، فإننا نستخدم قانون نيوتن الثانى بأخذ زيادة القصور نتيجة للحركة فى اعتبـاره ؛ فإذا فرضنا أن هناك قوة " F " تؤثر على الجسيم ، فحسب القانون الثانى لنيوتن فإن :

$$F = \frac{d}{dt}(m\,u) , \qquad (2 - 1)$$

حيث " m "عبارة عن القصور الكلى للجسيم ٠

فإذا افترضنا أن الجسيم قطع مســافة قدرها (dx) خــلال فترة زمنية قدرها (dt) ، فهذا معناه أن ســرعتة " u " تعطى بالعلاقة :

$$u = \frac{d}{dt}(x) , \qquad (2 - 2)$$

و بضرب طرفى العلاقة (1 - 2) فى (dx) فإننا نحصل على :

$$F.\,d\,x = \frac{d}{dt}(m\,u).\,d\,x , \qquad (2 - 3)$$

و منها و بأستخدام (2 - 2) فإن :

$$F.\,dx = u\,.\,d(m\,u)\ , \qquad (2-4)$$

و الطرف الأيسر فى العلاقة رقم (4 - 2) هــو الشغل المبذول تحت تأثير القوة " F " خلال المسافة (dx) ، و بإجراء التكامل للطرفين فإن :

$$\int_o^u F.\,dx = \int_o^u u.\,d(m\,u)\ , \qquad (2-5)$$

و الطرف الأيسر فى العلاقة (5 - 2) هو الشغل المبذول للوصول بالجسيم لسرعته " u " و منها فإن :

$$WORK = \int_o^u u.\,d(m\,u)\ , \qquad (2-6)$$

إن هدفنا الحصول على دالة الكتلة (القصور الكلى) للجسيم بمعلومية سرعته ؛ فإننا كتقريب أول نفرض أن هذا القصور هو : " m_o " ، اى القصور الساكن ، فنحصل على :

$$WORK = m_o.\int_o^u u\,d\,u\ ;$$

$$= \frac{1}{2}\ m_o\{\,u^2\}_0^u$$

$$= \frac{1}{2}\ m_o.\ u^2$$

و هذه هى طاقة الحركة للجسيم كتقريب أول و حسب قانون قصور الطاقة يصير قصورهـا هــو :

$$\frac{1}{2} m_o \frac{u^2}{c^2}$$

و يكون قصور الجسيم الكلى كتقريب أول هو :

$$m_1 = m_o \left(1 + \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} \right)$$

و بأخذ هذه الكمية للقصور و التعويض بها فى العلاقة (6 - 2) فإننا نحصل كتقريب ثان على طاقة الحركة :

$$WORK = \int_o^u u\{ d (m_o (1+ \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2})) u \};$$

$$WORK = m_o c^2 \int_o^u u\{ d (1 + \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2}) \frac{u}{c^2} \}$$

$$WORK = m_o c^2 \int_o^u u \{ d (\frac{u}{c^2} + \frac{1}{2} \frac{u^3}{c^4}) \} ;$$

$$= m_o c^2 \int_o^u u \{ \frac{du}{c^2} + (\frac{1}{2} \frac{3}{1} \frac{u^2 du}{c^4}) \}$$

$$= m_o c^2 \int_o^u \frac{u\, d\, u}{c^2} + (\frac{1}{2} \frac{3}{1} \frac{u^3 du}{c^4})$$

$$= m_o c^2 \cdot \left\{ \frac{1}{2} \cdot \frac{u^2}{c^2} + (\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4}) (\frac{u^2}{c^2})^2 \right\}_o^u$$

$$= m_o c^2 \left\{ (\frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{u^2}{c^2}) 2 \right\}$$

و هى طاقة الحركة كتقريب ثـان و قصورها حسب قانون قصور الطاقة هو :

$$= m_o \left\{ \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4}\right) \left(\frac{u^2}{c^2}\right)^2 \right\} , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2-9)$$

و يكون قصور الجسيم الكلى كتقريب ثان هو:

$$m_2 = m_o \left\{ 1 + \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4}\right) \left(\frac{u^2}{c^2}\right)^2 \right\} , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2-10)$$

و بأخذ هذه الكمية للقصور و التعويض بها فى العلاقة (6 - 2) ، فإننا نحصل كتقريب ثالث على طاقة الحركة :

$$WORK = \int_o^u u\, d \left\{ m_o \left\{ 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{u^2}{c^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \left(\frac{u^2}{c^2}\right)^2 \right\} . u \right\}$$

$$= m_o c^2 \int_o^u u.\, d \left\{ 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{u^2}{c^2} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4}\right) \left(\frac{u^2}{c^2}\right)^2 \right\} \cdot \frac{u}{c^2}$$

$$= m_o c^2 \int_o^u u\, d \left\{ \frac{u}{c^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{u^3}{c^4} + \frac{1}{2} \frac{3}{4} \cdot \frac{u^5}{c^6} \right\}$$

$$= m_o c^2 \int_o^u \left\{ \frac{u\, du}{c^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{1} + \frac{u^3\, du}{c^4} + \frac{1}{2} \frac{3}{4} \frac{5}{1} \cdot \frac{u^5\, du}{c^6} \right\}$$

$$= m_o c^2 \left\{ \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} + \left(\frac{u^2}{c^2}\right)^2 + \frac{1}{2} \frac{3}{4} \frac{5}{6} \cdot \left(\frac{u^2}{c^2}\right)^3 \right\}$$

و يكون قصور الجسيم الكلى كتقريب ثالث هو :

$$m_3 = m_o \left\{ 1 + \frac{1}{2}\frac{u^2}{c^2} + \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4} + \left(\frac{u^2}{c^2}\right)^2 + \frac{1}{2}\frac{3}{4}\frac{5}{6}\cdot\left(\frac{u^2}{c^2}\right)^3, \right. \quad \ldots\ldots (2-11)$$

و بتكرار هذه العملية نحصل على :

$$m_3 = m_o \left\{ 1 + \frac{1}{2}\frac{u^2}{c^2} + \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4} + \left(\frac{u^2}{c^2}\right)^2 + \frac{1}{2}\frac{3}{4}\frac{5}{6}\cdot\left(\frac{u^2}{c^2}\right)^3 \right.$$

$$\left. + \frac{1}{2}\frac{3}{4}\frac{5}{6}\frac{7}{8}\left(\frac{u^2}{c^2}\right)^4 + \frac{1}{2}\frac{3}{4}\frac{5}{6}\frac{7}{8}\frac{9}{10}\left(\frac{u^2}{c^2}\right)^5 + \ldots\ldots \right\}, \quad \ldots (2-12)$$

و منها ينتج أن :

$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}, \quad \ldots\ldots (2-13)$$

و هذا هو قانون القصور الكلى للجسيم المتحرك تم استنباطه من قانون نيوتن الثانى بأخذ مبدأ قصور الطاقة فى الاعتبار ٠

و لم يستخدم في الحصول عليه اى فرضية من فرضيات « النسبية الخاصة » و على وجة الخصوص لم نستخدم « تحويلات لورانتز » ٠

* * *



ملحق رقم (٣)

العلاقة بين الطاقة الكلية وكمية الحركة

تعرف كمية الحركة لجسيم على أنها :

$$p = m u , \quad \ldots\ldots \quad (3-1)$$

و قانون قصور الطاقة يربط الطاقة بقصورها بالعلاقة :

$$E = m c^2 , \quad \ldots\ldots \quad (3-2)$$

و القصور الكلى للجسيم مرتبط بقصوره الاستاتيكى بالعلاقة :

$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} , \quad \ldots\ldots \quad (3-3)$$

و يمكن وضع العلاقة (3 - 3) على الصورة :

$$m_o = m \cdot \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}$$

و منها و بتربيع الطرفين فإن :

$$m^2 \cdot \{ 1 - \frac{u^2}{c^2} \} = m_o^2$$

و بضرب الطرفين فى " $c^2 -$ " فإن :

$$m^2 u^2 - m^2 c^2 = - m_o c^2 ,$$
$$(m u)^2 - \frac{(m c^2)^2}{c^2} = - m_o c^2 ,$$

و بالتعويض من (1 - 3) و (2 - 3) فى العلاقة السابقة فإن :

$$p^2 - \frac{E^2}{c^2} = - m_o^2 c^2 , \qquad \text{.......} (3-4)$$

(و هى علاقة لها شـأنها فى النظرية النسـبية)

و بذلك فإن العـلاقة (4 - 3) هى مجـرد نتيجة رياضـية بحتة للعـلاقات التالية : (1 - 3) , (3 - 3) , (2 - 3)) لم يدخل فى اشتقاقها أى فرضية من فرضيات « النظرية النسبية الخاصة » ؛ إنها قائمة على بدهيات الميكانيكا النيوتونية التقليدية مع الأخذ فى الاعتبار مبدأ قصور الطاقة . و من الواضح أن هذه العلاقة قائمة فى أى هيكل رصد ، و أنـها علاقـة سـيادية و بذلك يمكن كتابة :

$$p'^2 - \frac{E'^2}{c^2} = - m_o^2 c^2 , \qquad \text{.......} (3-5)$$

ومن (4 - 3) و (5 - 3) فإن :

$$p^2 - \frac{E^2}{c^2} = p'^2 - \frac{E'^2}{c^2} . \qquad \text{.......} (3-6)$$

* * *

ملحق رقم (٤)

المتطابقة الرياضية للمُعاملات

إن المعامل :

$$\frac{1}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4-1)$$

الظاهر فى العلاقة رقم (13 – 2) ملحق رقم (2) يمكن أن نطلق عليه ـ فى هذا الملحق ـ اسم : معامل القصور تمييزاً له عن معامل النسبية الشهير :

$$\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4-2)$$

الذى يربط العلاقات بين هيكلى رصد بمعلومية السرعة (v) بينهما نظراً للتماثل التام فى صورة المعاملين الرياضية .

سنقوم الآن باشتقاق متطابقة رياضية تربط بين المُعاملات ـ ومن الجدير بالملاحظة أن اشتقاق هذه المتطابقة الرياضية تم على أســس رياضية بحتة لا دخل فيها لأى فرضية طبيعية نسبية كانت أو غير نسبية ـ فبوضع :

$$\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right) = 1-\frac{v^2}{c^2}-\frac{u^2}{c^2}+\frac{u^2\,v^2}{c^2\,c^2} \quad =$$

$$1 - \frac{v^2}{c^2} - \frac{u^2}{c^2} + \frac{u^2 v^2}{c^2 c^2} + \frac{2\,uv}{c\,c} - \frac{2\,uv}{c\,c} \qquad =$$

$$\{1 + \frac{2\,uv}{c\,c} + \frac{u^2 v^2}{c^2 c^2}\} - (\frac{v^2}{c^2} + \frac{u^2}{c^2} + \frac{2\,uv}{c\,c}) \qquad =$$

$$\{1 + \frac{uv}{c^2}\}^2 - (\frac{u}{c} + \frac{v}{c})^2 \qquad =$$

$$\{1 + \frac{uv}{c^2}\}^2 - \frac{1}{c^2}(u + v)^2 \qquad =$$

$$\{1 + \frac{uv}{c^2}\}^2 \{1 - \frac{1}{c^2}(\frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}})^2\} \qquad =$$

$$\{1 + \frac{uv}{c^2}\}^2 \{1 - \frac{\left[\frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}}\right]^2}{c^2}\}$$

وبوضع :

$$u' = \frac{v + u}{1 + \frac{uv}{c^2}}$$

فإن :

$$(1-\frac{u^2}{c^2})(1-\frac{v^2}{c^2}) = \frac{(u+v)^2}{u'^2}\cdot\{1-\frac{u'^2}{c^2}\}$$

و منها فإن :

$$\frac{u'^2}{1-\frac{u'^2}{c^2}} = \frac{(v+u)^2}{(1-\frac{u^2}{c^2})(1-\frac{v^2}{c^2})}$$

و بأخذ الجذر التربيعى للطرفين فإن :

$$\frac{u'}{\sqrt{1-\frac{u'^2}{c^2}}} = \frac{(v+u)}{\sqrt{(1-\frac{u^2}{c^2})}\sqrt{(1-\frac{v^2}{c^2})}} \quad , \;\ldots\ldots\ldots\; (4-3a)$$

و هذه هى المتطابقة الرياضية حيث فيها :

$$u' = \frac{u+v}{1+\frac{uv}{c^2}} \quad , \;\ldots\ldots\ldots\ldots\; (4-3b)$$

و سيكون لهذه المتطابقة شأن سيظهر فى ملحق رقم (٥) للحصول على العلاقات التحويلية لكمية الحركة و القصور الكلى من هيكل رصد إلى آخر كما سيكون لها شأن ظاهر فى الحصول على « قانون جمع السرعات » ٠

* * *



ملحق رقم (٥)

العلاقة التحويلية لكمية الحركة بين هيكلى الرصد

بأخذ المتطابقة الرياضية (4 - 3a) التى تم الحصول عليها فى ملحق رقم (٤) و التى تكتب على الصورة :

$$\frac{u'}{\sqrt{1-\frac{u'^2}{c^2}}} = \frac{(v+u)}{\sqrt{(1-\frac{u^2}{c^2})}\sqrt{(1-\frac{v^2}{c^2})}} \quad , \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5\text{-}1)$$

حيث :

$$u' = \frac{u+v}{1+\frac{uv}{c^2}} \quad , \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5-2)$$

فإذا اعتبرنا جسيم كتلته الاستاتيكية "m_o" وأن سرعته فى هيكل الرصد [S] هى " u "، فبضرب طرفى المتطابقة (1 - 5) فى "m_o" فإن :

$$\frac{m_o u'}{\sqrt{1-\frac{u'^2}{c^2}}} = \frac{m_o(v+u)}{\sqrt{(1-\frac{u^2}{c^2})}\sqrt{(1-\frac{v^2}{c^2})}} \quad , \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5\text{-}3)$$

و بما أن القصور الكلى للجسيم ـ حسب العلاقة (2 - 13) ـ فى الهيكل [S] هو :

$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} \quad , \quad \text{...} \quad (5 - 4)$$

و بذلك فإن العلاقة (5 - 3) تكتب على الصورة :

$$\frac{m_o u'}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} = \frac{mu + mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \text{...} \quad (5 - 5)$$

فإذا اعتبرنا أن " u' " هى سـرعة الجسيم فى الهيكل [S'] فإن :

$$m' = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} \quad , \quad \text{...} \quad (5 - 6)$$

و بذلك فإن :

$$m' u' = \frac{mu + mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \text{...} \quad (5 - 7)$$

$$m' u' = \frac{mu + \frac{v}{c^2} m c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \text{...} \quad (5 - 8)$$

و حيث أن كمية الحركة للجسيم بالنسبة للهيكل [S] هى :

$$P = m u \quad , \quad \text{...} \quad (5 - 9)$$

و أن الطاقة الكلية للجسيم بالنسبة للهيكل [S] هى :

$$E = m c^2 \quad , \quad \text{...} \quad (5 - 10)$$

فإن العلاقة (8 – 5) تكتب على الصورة :

$$P' = \frac{p + \frac{v}{c^2} E}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5 - 11)$$

حيث " P' " هى كمية الحركة مرصودة بالنسبة لهيكل الرصد [S'] وتكتب على الصورة :

$$P' = m' u' \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5 - 12)$$

حيث :

$$m' = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5 - 13)$$

و حيث :

$$u' = \frac{v + u}{1 + \frac{uv}{c^2}} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5 - 14)$$

و يمكن كتابة العلاقة (11 – 5) على الصورة المرادفة :

$$P' = \frac{p + v\,m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5 - 15)$$

وكل هذه العلاقات لها مرادفها فى « النظرية النسبية الخاصة » و لكننا حصلنا عليها هنا دون اللجوء إلى فرضيات النسبية « الخاصة » و على الأخص دون اللجوء إلى « تحويلات لورانتز » ·

* * *

ملحق رقم (٦)

العلاقة التحويلية للطاقة الكلية بين هيكلى الرصد

بالرجوع إلى العلاقة (6 – 3) فى ملحق (3) حيث :

$$p'^2 - \frac{E'^2}{c^2} = p^2 - \frac{E^2}{c^2} \quad , \quad \ldots\ldots (6-1)$$

و منها فإن :

$$p'^2 = p^2 - \frac{E^2}{c^2} + \frac{E'^2}{c^2} \quad , \quad \ldots\ldots (6-2)$$

و كذلك بالرجوع إلى العلاقة (11 – 5) فى ملحق (5) حيث :

$$P' = \frac{p + \frac{v}{c^2}E}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \ldots\ldots (6-3)$$

و منها بالتربيع فإن :

$$\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)P'^2 = \left(P + \frac{v}{c^2}E\right)^2$$

و منها فإن :

$$\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)P'^2 = P^2+\frac{v^2}{c^4}E^2+\frac{2}{c^2}vPE$$

و فيها و بالتعويض عن P'^2 من العلاقة (2 - 6) فإن :

$$\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\left(P^2-\frac{1}{c^2}E^2+\frac{1}{c^2}E'^2\right)=P^2+\frac{v^2}{c^4}E^2+\frac{2}{c^2}vPE$$

$$P^2-\frac{v^2}{c^2}P^2+\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\left(\frac{1}{c^2}E'^2-\frac{1}{c^2}E^2\right)=P^2+\frac{v^2}{c^4}E^2+\frac{2}{c^2}vPE$$

$$\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\left(\frac{1}{c^2}E'^2-\frac{1}{c^2}E^2\right)=\frac{v^2}{c^2}P^2+\frac{2}{c^2}vPE+\frac{v^2}{c^4}E^2$$

$$\left\{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\cdot\frac{1}{c^2}E'^2\right\}-\frac{1}{c^2}E^2+\frac{v^2}{c^4}E^2=\frac{v^2}{c^2}P^2+\frac{2}{c^2}vPE+\frac{v^2}{c^4}E^2$$

$$\left\{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\cdot\frac{1}{c^2}E'^2\right\}-\frac{1}{c^2}E^2=\frac{v^2}{c^2}P^2+\frac{2}{c^2}vPE$$

$$\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\cdot\frac{1}{c^2}E'^2=\frac{1}{c^2}(E+vP)^2\ ;$$

و منها فإن :

$$E'=\frac{E+vP}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\ , \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6-4)$$

و يمكن وضع هذه العلاقة على الصورة :

$$m' = \frac{m + \frac{v}{c^2} P}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \text{.........} \quad (6 - 5)$$

و يعاد كتابة العلاقتين (11 – 5) **و** (4 – 6) **متجاورتين حتى يمكن مقارنتهما بالعلاقتين الواردتين فى ملحق رقم (١٢) تحت رقم** (15 – 12) :

$$P' = \frac{p + \frac{v}{c^2} E}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad E' = \frac{E + v\,p}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \text{.........} \quad (6 - 6)$$

و التى تم الحصول عليهـا من خلال علاقـــات « مبدأ دوبلـر » ٠

* * *



ملحق رقم (٧)

قاعدة الجمع التركيبى للسرعات

(قانون الجمع للسرعات)

توصلنا فى ملحق رقم (٤) و من خلال آلية الرياضة البحتة إلى صياغة المتطابقة الرياضية الآتية :

$$\frac{1}{\sqrt{1-\dfrac{\left[\dfrac{u+v}{1+\frac{uv}{c^2}}\right]^2}{c^2}}}\cdot\frac{1}{1+\frac{uv}{c^2}}=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\cdot\frac{1}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}}\quad\ldots\quad(7-1)$$

و معنى ذلك أنها علاقة رياضية لا دخل لأى فرضية طبيعية فيها ، وبالخصوص لادخل لـ « النظرية النسبية الخاصة » فى صياغة هذه المتطابقة . و بضرب طرفى هذه المتطابقة فى :

$$(u+v),$$

فإن :

$$\frac{1}{\sqrt{1-\dfrac{\left[\dfrac{u+v}{1+\frac{uv}{c^2}}\right]^2}{c^2}}}\cdot\frac{u+v}{1+\frac{uv}{c^2}}=\frac{u+v}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\;\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}}\quad\ldots\ldots\quad(7-2)$$

وهى بالتبعية أيضاً متطابقة رياضية بحتة ، فإذا وضعنا :

$$u' = \frac{u+v}{1+\frac{uv}{c^2}} \quad , \quad \text{.......................} \quad (7-3)$$

فإن المتطابقة (2 – 7) تكتب على الصورة :

$$\frac{u'}{\sqrt{1-\frac{u'^2}{c^2}}} = \frac{u+v}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} \quad , \quad \text{..............} \quad (7-4)$$

وبضرب طرفى هذه العلاقة فى m_o فإن :

$$\frac{m_0\, u'}{\sqrt{1-\frac{u'^2}{c^2}}} = \frac{m_0\,(u+v)}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} \quad , \quad \text{..............} \quad (7-5)$$

فإذا اعتبرنا الآن تعريف كمية الحركة فى المرصد [S] ، و حقيقة القصور الكلى للجسيم فى نفس المرصد باعتبار أن كتلته الساكنة m_0 و سرعته بالنسبة لهذا المرصد هى " u " فإن :

$$p = m\,u \quad , \quad \text{.......................} \quad (7-6)$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} \quad , \quad \text{.......................} \quad (7-7)$$

فبالتعويض فى (5 - 7) من العلاقتين (6 - 7) و (7 - 7) فإن :

$$\frac{m_o u'}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} = \frac{p + v m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

فإذا اعتبرنا « مبدأ النسبية » و تعريف كمية الحركة ، وكذلك القصور الكلى لنفس الجسيم بالنسبة للمرصد [S'] فإن هذا يؤدى بنا تلقائياً إلى أن كمية الحركة فى هذا المرصد هى :

$$p' = \frac{m_o u'}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7 - 8)$$

حيث أن :

$$m' = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7 - 9)$$

هى القصور الكلى للجسيم ذلك باعتبار أن سرعته هى " u' " مرصودة فى الهيكل [S'] و بذلك فإن كمية الحركة فى هذا المرصد هى :

$$p' = m' u' \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7 - 10)$$

وهذا معناه أنه بفرضية أن " u' "هى سرعة الجسيم فى الهيكل [S'] فإن « مبدأ النسبية » ، و معه « مبدأ قصور الطاقة » ، بالإضافة الى تعريف كمية

الحركة تتناغم جميعها و تكون سرعة الجسيم فى هذا الهيكل هى :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{u v}{c^2}} , \qquad \dots\dots\dots\dots\dots \quad (7 - 11)$$

و هذا هو « قانون جمع السرعات » الشهير فى النسبية ، تم الحصول عليه دون اللجوء إلى « تحويلات لورانتز » ٠

و يبقى لنا هنا تعليق : تبين فى ملحق رقم (١) أن للطاقة قصوراً ، والطاقة نسبية أى أن قيمتها تختلف من راصد إلى آخر ، أى أن الكتلة الكلية كذلك نسبية تختلف من راصد إلى آخر ، و على ذلك فإن مفهوم الجسيم الصلد يجب إعادة صياغته ، إننا الآن أمام جسيم يُظهر قصور مختلف بالنسبة لكل راصد لأن طاقته الحركية (نسبية) مختلفة بالنسبة لهياكل الرصد و على ذلك فسرعته مختلف بمعنى أن قصوره يؤثر على سرعته ؛ و بذلك فإن « قانون جمع السرعات » لن يكون قانون جمع خطى بسيط ، و هذه الحقيقة ظاهرة فى « قاعدة الجمع التركيبى للسرعات » الذى حصلنا عليها فى هذا الملحق ٠

* * *

ملحق رقم (٨)

اشتقاق علاقات لورانتز التحويلية
من
قانون جمع السرعات

إذا كانت السرعة بين هيكلي الرصد [S] و ['S] هي " v " وكانت السرعة لجسيم مرصودة بالنسبة للراصد [S] هي " u " و بالنسبة للراصد ['S] هي " 'u " ، فحسب « قانون جمع السرعات » فإن :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}}, \qquad (8 - 1)$$

فإذا فرضنا أن الجسيم و الراصدين كانوا عند نقطة الأصل في اللحظة :

$$t'_o = t_o = o$$

فإن سرعة الجسيم بالنسبة للراصد [S] عند أى لحظة " t " هي :

$$u = \frac{x}{t}, \qquad (8 - 2)$$

و سرعة نفس الجسيم بالنسبة للراصد ['S] هي :

$$u' = \frac{x'}{t'} \quad , \quad \text{.................. (8 - 3)}$$

و بالتعويض من (2 - 8) و (3 - 8) فى (1 - 8) فإن :

$$\frac{x'}{t'} = \frac{\frac{x}{t} + v}{1 + \frac{v}{c^2} \cdot \frac{x}{t}} \quad , \quad \text{.................. (8 - 4)}$$

و منها فإن :

$$\frac{x'}{t'} = \frac{x + vt}{t + \frac{v}{c^2} \cdot x} \quad , \quad \text{.................. (8 - 5)}$$

و على ذلك يمكننا وضع :

$$x' = \beta (x + v t) \quad , \quad \text{.................. (8 - 6)}$$

$$t' = \beta (t + \frac{v}{c^2} x) , \quad \text{.................. (8 - 7)}$$

و طبقًا لـ « مبدأ النسبية » ـ اى بتغير اشارة السرعة " v " ، و استبدال (t' , x') مكان (t , x) ـ فهذه العلاقات يلزم كتابتها على الصورة التالية :

$$x = \beta (x' - v t') \quad , \quad \text{.................. (8 - 8)}$$

$$t = \beta (t' - \frac{v}{c^2} x') \quad , \quad \text{.................. (8 - 9)}$$

إنها نفس العلاقات (6 - 8) و (7 - 8) بعكس إشارة السرعة كما يتطلبه مبدأ النسبية . و بالتعويض من المعادلة (8 - 8) و المعادلة (9 - 8) في المعادلة (6 -8) نحصل على :

$$x' = \beta \{ \beta (x' - v t') + v \beta (t' - \frac{v}{c^2} x') \}$$

$$x' = \beta^2 \{ x' - v t' + v t' - \frac{v^2}{c^2} x' \}$$

و منها فإن :

$$x' = \beta^2 (1 - \frac{v^2}{c^2}) x'$$

و منها فإن :

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8 - 10)$$

و بذلك تكتب العلاقتين (6 - 8) و (7 - 8) :

$$x' = \frac{x + v t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \qquad t' = \frac{t + \frac{v}{c^2} x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \ \ldots\ldots \ (8 - 11)$$

وكذلك تكتب العلاقتين (8 - 8) و (9 - 8) :

$$x = \frac{x' - v\,t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \qquad t = \frac{t' - \frac{v}{c^2}\,x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad .... (8 - 12)$$

العلاقات (11 - 8) ، (12 - 8) هى علاقات « لورانتز التحويلية » كما يجب أن تكون .

* * *

ملحق رقم (٩)

قانون السرعة العرضـية

في ملحق رقم (٧) حصلنا على « قانون جمع السرعات » و يوضع على الصورة :

$$u' = \frac{u+v}{1+\frac{uv}{c^2}} \quad , \quad \text{.......... (9 - 1)}$$

و منها فإن :

$$u'_x = \frac{u_x + v}{1 + \frac{u_x v}{c^2}} \quad , \quad \text{.......... (9 - 2)}$$

فإذا اعتبرنا أن :

$$u'^2 = u'^2_y + u'^2_x \quad , \quad \text{.......... (9 - 3)}$$

فإن:

$$u'^2_y = u'^2 - \left[\frac{u_x + v}{1 + \frac{u_x v}{c^2}}\right]^2 , \quad \text{.......... (9 - 4)}$$

و منها فإن :

$$u'^2_y \left[1 + \frac{u_x v}{c^2}\right]^2 = u'^2\left[1 + \frac{u_x v}{c^2}\right]^2 - \left[u_x + v\right]^2$$

$$u'_y \left[1 + \frac{u_x v}{c^2}\right] = \sqrt{u'^2 \left\{ 1 + \frac{u_x v}{c^2}\right\}^2 - \{u_x + v\}^2} \quad , \ldots\ldots\ldots\ldots (9 - 5)$$

نعود الآن إلى العلاقة (6 - 3) ملحق رقم (٣) وهى :

$$p'^2 - \frac{1}{c^2} E'^2 = p^2 - \frac{1}{c^2} E^2 \quad , \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9 - 6)$$

و منها فإن :

$$\frac{1}{c^2} E'^2 = p'^2 - p^2 + \frac{1}{c^2} E^2$$

$$\frac{E'^2}{c^2} = \frac{m_o^2 (u_x + v)^2}{(1 - \frac{v^2}{c^2})(1 - \frac{u^2}{c^2})} - \frac{m_o^2 u_x^2}{(1 - \frac{u^2}{c^2})} + \frac{m_o^2 c^2}{(1 - \frac{u^2}{c^2})}$$

$$\frac{E'^2}{c^2} = m_o^2 \left\{ \frac{(u_x + v)^2}{(1 - \frac{v^2}{c^2})(1 - \frac{u^2}{c^2})} - \frac{u_x^2}{(1 - \frac{u^2}{c^2})} + \frac{c^2}{(1 - \frac{u^2}{c^2})} \right\}$$

$$m_o^2 \left\{ \frac{(u_x + v)^2}{(1-\frac{v^2}{c^2})(1-\frac{u^2}{c^2})} - \frac{(u_x^2 - c^2)(1-\frac{v^2}{c^2})}{(1-\frac{u^2}{c^2})(1-\frac{v^2}{c^2})} \right\} =$$

$$m_o^2 c^2 \left\{ \frac{(\frac{u_x}{c} + \frac{v}{c})^2}{(1-\frac{v^2}{c^2})(1-\frac{u^2}{c^2})} - \frac{(\frac{u_x^2}{c^2} - 1)(1-\frac{v^2}{c^2})}{(1-\frac{u^2}{c^2})(1-\frac{v^2}{c^2})} \right\} =$$

$$m_o^2 c^2 \left\{ \frac{\frac{u_x^2}{c^2} + \frac{v^2}{c^2} + \frac{2u_x v}{c^2} - \frac{u_x^2}{c^2} + \frac{u_x^2 v^2}{c^4} + 1 - \frac{v^2}{c^2}}{(1-\frac{v^2}{c^2})(1-\frac{u^2}{c^2})} \right\} =$$

$$m_o^2 c^2 \left\{ \frac{1 + \frac{2u_x v}{c\,c} + \frac{u_x^2 v^2}{c^2\,c^2}}{(1-\frac{v^2}{c^2})(1-\frac{u^2}{c^2})} \right\} =$$

$$m_o^2 c^2 . \left\{ \frac{(1 + \frac{u_x v}{c^2})^2}{(1-\frac{v^2}{c^2})(1-\frac{u^2}{c^2})} \right\}$$

و باستخدام العلاقة (9 - 7) مع العلاقة :

$$E' = m' c^2$$

فإن :

$$\frac{m_o^2 c^2}{(1 - \frac{u'^2}{c^2})} = m_o^2 c^2 . \left\{ \frac{(1 + \frac{u_x v}{c^2})^2}{(1 - \frac{v^2}{c^2})(1 - \frac{u^2}{c^2})} \right\}$$

$$\frac{1}{(1 - \frac{u'^2}{c^2})} = \left\{ \frac{(1 + \frac{u_x v}{c^2})}{(1 - \frac{v^2}{c^2})\ (1 - \frac{u^2}{c^2})} \right\} , \qquad \text{.........................} \qquad (9 - 7)$$

و منها فإن :

$$(\frac{u^2}{c^2} - 1)(1 - \frac{v^2}{c^2}) = (\frac{u'^2}{c^2} - 1)(1 + \frac{u_x v}{c^2})^2$$

و منها فإن :

$$(\frac{u^2}{c^2} - 1)(1 - \frac{v^2}{c^2}) + (1 + \frac{u_x v}{c^2})^2 = \frac{u'^2}{c^2} . (1 + \frac{u_x v}{c^2})^2$$

و منها فإن :

$$\frac{u^2}{c^2}\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)-\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)+\left(1+\frac{u_x v}{c^2}\right)^2=\frac{u'^2}{c^2}\left(1+\frac{u_x v}{c^2}\right)^2$$

$$\frac{u^2}{c^2}-\frac{u^2 v^2}{c^2 c^2}+\frac{v^2}{c^2}-1+1+\frac{2u_x v}{c^2}+\frac{u_x^2 v^2}{c^2 c^2}=\frac{u'^2}{c^2}\cdot\left(1+\frac{u_x v}{c^2}\right)^2$$

$$\left(\frac{u_x^2}{c^2}+\frac{u_y^2}{c^2}\right)-\left(\frac{u^2}{c^2}-\frac{u_x^2}{c^2}\right)\frac{v^2}{c^2}+\frac{2u_x v}{c^2}+\frac{v^2}{c^2}=\frac{u'^2}{c^2}\left(1+\frac{u_x v}{c^2}\right)^2$$

$$\frac{u_x^2}{c^2}+\frac{u_y^2}{c^2}-\frac{u_y^2}{c^2}\cdot\frac{v^2}{c^2}+\frac{2u_x v}{c^2}+\frac{v^2}{c^2}=\frac{u'^2}{c^2}\cdot\left(1+\frac{u_x v}{c^2}\right)^2$$

$$\frac{u_y^2}{c^2}\cdot\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)+\left(\frac{u_x}{c}+\frac{v}{c}\right)^2=\frac{u'^2}{c^2}\cdot\left(1+\frac{u_x v}{c^2}\right)^2$$

$$\frac{u_y^2}{c^2}\cdot\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)=\frac{u'^2}{c^2}\cdot\left(1+\frac{u_x v}{c^2}\right)^2-\left(\frac{u_x}{c}+\frac{v}{c}\right)^2$$

$$u_y^2\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)=u'^2\left(1+\frac{u_x v}{c^2}\right)^2-(u_x+v)^2$$

$$u_y\sqrt{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)}=\sqrt{u'^2\left(1+\frac{u_x v}{c^2}\right)^2-(u_x+v)^2}\ , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9-8)$$

و بمساواة الطرف الأيسر من المعادلة رقم (8 -9) بالطرف الأيسر من المعادلة رقم (5 - 9) حيث الطرف الأيمن فيهما واحد فإن :

$$u'_y \left(1 + \frac{u_x v}{c^2}\right) = u_y \sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}$$

و منها فإن :

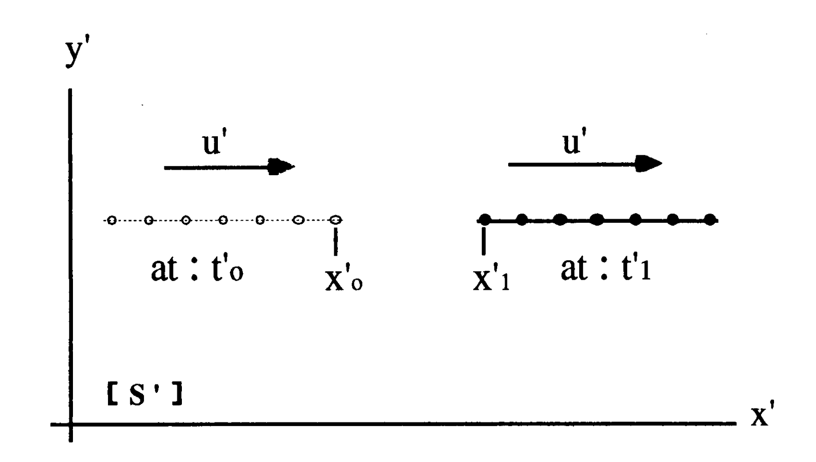
$$u'_y = \frac{u_y \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{u_x v}{c^2}} \quad , \quad (9 - 9)$$

و هذه هى علاقة السرعات فى الاتجاة العرضى كما تقدمها لنا « النظرية النسبية الخاصة » تم الحصول عليها دون اللجوء إلى « تحويلات لورانتز » ٠

* * *

ملحق رقم (١٠)

علاقة « تأثير دوبلر »
اشتقاقاً من « تحويلات جاليليو »



راجع الشكل ولنفرض فى الهيكل [S'] أن :

u' = سـرعة الشعاع , ... (10 - 1)

ν' = تـردد الشعاع , ... (10 - 2)

λ' = طول موجة الشعاع , ... (10 - 3)

n' = عدد موجات الشعاع , ... (10 - 4)

وبذلك فإن :

$$u' = \lambda' \nu'$$

و يُعطى طول السلسلة الكلى " L " بالعلاقـة التالية :

$$L = n' \lambda' \quad , \qquad (10 - 6)$$

والآن نفـرض أن بداية الشـعـا ع كـانت عند النقطة "x'_0" عند الزمن "t'_0" وبعد لحظة وجدنا أن نهاية الشعا ع أصبحت عند النقطة "x'_1" وكان ذلك عند اللحظة "t'_1" ؛ من ذلك نستنتج أن نهـاية الشعـا ع قـد وصلت النقطة "x'_1" فى زمن قـدره "$t'_1 - t'_0$" ، أى أنها قد قطعت خلال هذه الفترة الزمنية المسـافة المتكونة من طـول سـلسـلة الشعـا ع " L " يضاف إليها المسافة "$x'_1 - x'_0$" ؛ وعلى ذلك فإن :

$$n' \lambda' + (x'_1 - x'_0) = u' (t'_1 - t'_0) \; , \qquad (10 - 7)$$

و منها :

$$n' \lambda' = u' (t'_1 - t'_0) - (x'_1 - x'_0) \; , \qquad (10 - 8)$$

$$n' \frac{\lambda'}{u'} = (t'_1 - t'_0) - \frac{(x'_1 - x'_0)}{u'} \; , \qquad (10 - 9)$$

$$n' = \nu' \left\{ (t'_1 - t'_0) - \frac{(x'_1 - x'_0)}{u'} \right\}, \qquad (10 - 10)$$

إن هذه العلاقة قائمة بالنسبة لهيكل الرصد [S'] ، و مثيلتها قائمة بالنسبة لهيكل الرصد [S] : أى أن :

$$n = \nu \{ (t_1 - t_0) - \frac{(x_1 - x_0)}{u} \} , \quad \text{............} \quad (10 - 11)$$

إن العلاقة رقم (11 - 10) يمكن استخدامها بطريقتين مستقلتين إحداهما معتمدة على البعد المكانى : أى المسافة ، و الأخرى معتمدة على الفترة الزمنية ؛ فمثلاً : إذا أجرينا القياس باعتبار أن النقطة " x_0 " منطبقة على النقطة " x_1 "، بمعنى أن بداية الشعاع فى الزمن " t_0 " موجودة عند النقطة " x_0 " ؛ فإذا وقفنا ثابتين عند النقطة " x_0 " و مع مرور الزمن حتى اللحظة " t_1 " و عند هذه اللحظة كانت نهاية الشعاع مارة بالنقطة " x_1 " التى هى نفسها "x_0 "، فهذا معناه أن الفترة $(t_1 - t_0)$ هى عبارة عن مضروب زمن الذبذبة الواحدة فى عدد ذبذبات (موجات) السلسلة أى :

$$(t_1 - t_0) = \tau n , \quad \text{............} \quad (10 - 12)$$

أى :

$$n = \frac{(t_1 - t_0)}{\tau} , \quad \text{............} \quad (10 - 13)$$

ولكن :

$$\nu = \frac{1}{\tau} , \quad \text{............} \quad (10 - 14)$$

وعليه فإن :

$$n = \nu (t_1 - t_0) , \quad \text{............} \quad (10 - 15)$$

و هذا عين ماينتج إذا وضعنا " $x_0 = x_1$ " فى العلاقة رقم (11 - 10) ؛ بذلك نكون قد انتهينا من الطريقة الأولى المعتمدة على البعد المكانى ٠

و لنبدأ فى قراءة العلاقة رقم (11 - 10) بالطريقة الأخرى أى المعتمدة على الفترة الزمنية ، و لنفرض أننا وضعنا أيدينا فى نفس اللحظة ـ أى عندما تكون : ($t_1 = t_0$) ـ على النقطة " x_0 " التى هى بداية الشعاع ، و على " x_1 " التى هى نهاية الشعاع ؛ فهذا معناه بمنطوق الجملة نفسها أننا وضعنا أيدينا على مسافة تساوى طول الشعاع السلسلة " L " الجملة تقول : وضعنا أيدينا فى نفس اللحظة على بداية و نهاية الشعاع أى أن :

$$n\lambda = (x_0 - x_1) = n\frac{u}{v}, \quad \text{.......} \quad (10 - 16)$$

$$n = v \frac{(x_0 - x_1)}{u}, \quad \text{.......} \quad (10 - 17)$$

و هى نفس العلاقة (11 - 10) بوضعنا :

$$(t_1 = t_0)$$

و ليس فيما ذكر حتى الآن ـ بخصوص هذه العلاقات ـ أى علاقة بالنظرية النسبية ، أو غيرها ، أو الحالة الطبيعية بين الهيكلين ، بخلاف الإحداثيات الفراغية والزمنية " x , t " .

ولنبدأ الآن الدخول فى الشروط و العلاقات الطبيعية بين هيكلى الرصد [S] و ['S] بهدف تحديد العلاقة بين المعادلة (10 - 10) و (11 - 10) .
فإن [S] سيجزم أن عدد الموجات عنده هو : " n " كما عدها ['S] ، و ببساطة فإن :

$$n = n' \quad , \quad \ldots\ldots \quad (10 - 18)$$

و هكذا و ببساطة أيضاً فإن :

$$\nu \left\{ (t_1 - t_0) - \frac{(x_1 - x_0)}{u} \right\} = \nu' \left\{ (t'_1 - t'_0) - \frac{(x_1 - x_0)}{u'} \right\} \quad , \quad \ldots\ldots \quad (10 - 19)$$

هى العلاقة التى تربط تردد الشعاع بإحداثياته و سرعة انتشاره فى كل من الهيكلين ، دون فرض أى عوامل أخرى قد تغير التردد و ليس لها علاقة بالإحداثيات .

إن العلاقة (19 - 10) تعتبر علاقة مرنة مفتوحة ؛ فهى تقبل أى شروط طبيعية بين [S] و [S'] قد تؤثر على تردد الشعاع فى أى من المرصدين، و يكون هذا التأثير ليس متوقفاً على إحداثيات « الفراغ ـ الزمن » بينهما ، و بذلك تؤخذ حصيلة التأثيرات معاً ، وهذا هو المعنى الذى نقصده بالتعبير السابق : « علاقة مرنة و مفتوحة » .

نفرض الآن أن علاقة الإحداثيات التى تربط الهيكل [S] بالهيكل [S'] هى علاقات جاليليو التحويلية وتكتب على الصورة :

$$x' = x + v t \quad , \quad \ldots\ldots \quad (10 - 20a)$$

$$t' = t \quad , \quad \ldots\ldots \quad (10 - 20b)$$

ومنها فإن العلاقة (19 - 10) تؤول إلى :

$$\nu \left\{ (t_1 - t_0) - \frac{(x_1 - x_0)}{u} \right\} = \nu' \, (t_1 - t_0) \left(1 - \frac{(x_1 - x_0)}{u'} - \frac{v}{u'} \right), \ldots (10 - 21)$$

سنطبق الآن الطريقة الأولى التى تم اعتمادها سلفاً : أى الطريقة التى تعتمد على تساوى البعد المسافى فى الهيكل [S] أى إننا سنضع $(x_1 = x_0)$ ، و منها فإن :

$$\nu (t_1 - t_0) = \nu' \left(1 - \frac{v}{u'}\right)(t_1 - t_0) \quad , \quad \text{..........................(10 - 22)}$$

وبالقسمة على $(t_1 - t_0)$ فإن :

$$\nu = \nu' \left(1 - \frac{v}{u'}\right) \quad , \quad \text{.. (10 - 23)}$$

هذه هى العلاقة التى تربط التردد " ν " المقاس فى الهيكل [S] بالتردد " ν' " المقاس فى الهيكل [S'] بدلالة " v " السرعة النسبية بين الهيكلين ، و " u' " سرعة الشعاع فى الهيكل [S'] . و حسب مطلب «مبدأ النسبية» ، فإن العلاقة المقابلة التى تربط التردد " ν' " المقاس فى [S'] بالتردد " ν " المقاس فى [S] ، بسرعة انتشار الشعاع " u " فى [S] تكتب على الصورة :

$$\nu' = \nu \left(1 + \frac{v}{u}\right) \quad , \quad \text{.. (10 - 24)}$$

و يتم الحصول عليها :

بتغيير إشارة السرعة "v" ، و كذلك استبدال " ν',u' " بـ " ν,u " ٠

انظر بند رقم (٣ : ٢) ٠

* * *

ملحق رقم (١١)

علاقة « تأثير دوبلر » اشتقاقاً من « تحويلات لورانتز »

و الآن للحصول على علاقة « تأثير دوبلر » انطلاقاً من « تحويلات لورانتز » التى تأخذ الصورة :

$$x' = \frac{x + vt}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad , \quad \text{...} \quad (11 - 1)$$

$$t' = \frac{t + \frac{v}{c^2}x}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad , \quad \text{...} \quad (11 - 2)$$

فإذا قمنا باستخدام هذه العلاقات و التعويض بها فى (19 - 10) مع اعتبار أن :

$$u' = u = c \quad , \quad \text{...} \quad (11 - 3)$$

فإننا نحصل على :

$$\nu \{(t_1 - t_0) - \frac{1}{c} (x_1 - x_0)\} =$$

$$\frac{\nu'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \{(t_1 - t_0) + \frac{v}{c^2} (x_1 - x_0) \quad \frac{1}{c} (x_1 - x_0) \frac{v}{c} (t_1 - t_0)\}$$

سنطبق الآن الطريقة الأولى التى تم اعتمادها فى ملحق (١٠) : أى الطريقة المعتمدة على تساوى البعد المكانى فى الهيكل [S] أى :

$$x_1 = x_0 \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11 - 4)$$

ومنها فإن :

$$\nu (t_1 - t_0) = \frac{\nu'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} (1 - \frac{v}{c}) (t_1 - t_0) \quad , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11 - 5)$$

وبالقسمة على $(t_1 - t_0)$ فإن :

$$\nu = \nu' \frac{1 - \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11 - 6)$$

فإذا كان المصدر ساكنًا فى [S'] فإن التردد " ν' " هو التردد الطبيعى فتكون :

$$\nu' = \nu_0,$$

ومنها فإن :

$$\nu = \nu_0 \frac{1 - \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

وهى نفس العلاقة التى تم الحصول عليها ـ باعتبار فرضية « نسبية تردد الطاقة » ـ تحت رقم (10 - 2 : 3) فى البند رقم (2 : 3) .

* * *



ملحق رقم (١٢)

علاقات مبنية على « تأثير دوبلر »

لنبدأ من العلاقة رقم (3 : 2 - 8) الواردة بالبند رقم (3 : 2) :

$$\nu = \nu' \cdot \frac{1 - \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} ,$$

و بتطبيق الطريقة النمطية لـ « مبدأ النسبية » : أى تغيير إشارة السرعة " v "
و استبدال " ν " بـ " ν' " فإن :

$$\nu' = \nu \frac{1 + \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \quad \text{.........} \quad (12 - 1)$$

و من فرضية بلانك :

$$E = h\,\nu , \quad \text{.........} \quad (12 - 2)$$

حيث " h " ثابت بلانك، و من قانون قصور الطاقة و بوضع I رمزاً للقصور:

$$E = c^2 I , \quad \text{.........} \quad (12 - 3)$$

$$P = c I \quad , \qquad (12-4)$$

و منها فإن :

$$E = p c \quad , \qquad (12-5)$$

و منها فإن :

$$h \nu = p \nu \lambda \quad , \qquad (12-6)$$

حيث : $c = \lambda \nu$

و منها فإن :

$$P = \frac{h}{\lambda} \quad , \qquad (12-7)$$

و هى فرضية « دي برولي » .

و بضرب العلاقة (12 - 1) فى ثابت بلانك " h " فإن :

$$E' = \frac{E + \frac{v}{c} E}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \qquad (12-8)$$

و بالتعويض من (12 - 5) فإن :

$$E' = \frac{E + v P}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \qquad (12-9)$$

وهذه العلاقة يمكن إعادة كتابتها باستخدام العلاقة رقم (3 - 12) لتكتب على الصورة :

$$I' = \frac{I + \frac{v}{c^2} P}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \ldots\ldots\ldots \quad (12 - 10)$$

و باستخدام العلاقة السـيادية :

$$\nu' \lambda' = \nu \lambda = c ,$$

فإن العلاقة (1 - 12) تكتب على الصورة :

$$\frac{1}{\lambda'} = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{1 + \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \ldots\ldots\ldots \quad (12 - 11)$$

و منها و باستخدام العلاقة (7 - 12) فإن :

$$P' = \frac{P + \frac{v}{c} P}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \ldots\ldots\ldots \quad (12 - 12)$$

و منها و باستخدام العلاقة (4 - 12) فإن :

$$p' = \frac{p + v I}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \ldots\ldots\ldots \quad (12 - 13)$$

و منها و باستخدام العلاقة (3 - 12) فإن :

$$P' = \frac{P + \frac{v}{c^2} E}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \; , \; \ldots\ldots \quad (12 - 14)$$

و بوضع العلاقتين (14 - 12) و (9 - 12) متجاورتين فإن :

$$P' = \frac{P + \frac{v}{c^2} E}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad E = \frac{E + vP}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \; , \; \ldots\ldots \quad (12 - 15)$$

و بذلك يمكن مقارنتهما بقرينتيهما فى العلاقة الواردة فى ملحق رقم (٦) تحت رقم (6 - 6) ٠

كما يمكن وضع العلاقتين (13 - 12) و (10 - 12) متجاورتين ـ بغرض المقارنة ـ على الصورة التالية :

$$P' = \frac{P + vI}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad I' = \frac{I + \frac{v}{c^2} P}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \; , \; \ldots \quad (12 - 16)$$

فإذا قمنا بتربيع هاتين العلاقتين [الواردتين تحت رقم (16 - 12)] فإن :

$$p'^2 = \frac{p^2 + v^2 I^2 + 2v P I}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \; , \; \ldots\ldots \quad (12 - 17)$$

$$c^2 I'^2 = \frac{c^2 I^2 + \frac{v^2}{c^2} P^2 + 2v P I}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad , \quad \text{.............................} \quad (12 - 18)$$

و بطرح العلاقة (18 - 12) من العلاقة (17 - 12) نحصل على :

$$P'^2 - c^2 I'^2 = \frac{P^2 (1 - \frac{v^2}{c^2}) - c^2 I^2 (1 - \frac{v^2}{c^2})}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

لنحصل على :

$$p'^2 - c^2 I'^2 = p^2 - c^2 I^2 \quad , \quad \text{....................................} \quad (12 - 19)$$

و من (4 - 12) فإن :

$$p'^2 - c^2 I'^2 = o \quad , \quad \text{...} \quad (12 - 20)$$

فهى علاقة سيادية فى جميع هياكل الرصد الحرة ، و منها أيضاً فإن :

$$c^2 p'^2 - c^4 I'^2 = o$$

و من ثم فإن :

$$E^2 - c^4 I^2 = o \quad , \quad \text{...} \quad (12 - 21)$$

و هى علاقة سـيادية محققة و متفقة مع العلاقة (3 - 12) ٠

* * *



ملحق رقم (١٣)

قانون جمع السرعات
اشتقاقـًـا من « تأثير دوبلر »

سنقوم الآن باشتقاق العلاقة بين سرعة الشعاع الموجى فى الهيكل [S] بسرعته فى الهيكل[S'] :

من الواضح أن العلاقة (1 - 2 : 3) تعبر عن مطلب مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » فى الهيكلين بمعنى أنه إذا آلت السرعة " u " للشعاع الموجى فى الهيكل [S] إلى السرعة " c " : سرعة انتشار الطاقة ، فإن العلاقة (1 - 2 : 3) تؤكد أن " u' " سرعة الشعاع الموجى تؤول هى الآخرى إلى " c ". و الآن المطلوب هو إيجاد العلاقة بين " u " و " u' " لسرعة شعاع موجى عام أى أن سرعته لا تساوى سرعة انتشار الطاقة ، أى :

$$u = \lambda \nu \neq c, \quad \text{.......} \quad (13 - 1)$$

$$u' = \lambda' \nu' \neq c, \quad \text{.......} \quad (13 - 2)$$

نعود الآن إلى العلاقتين (23 - 10) و (24 - 10) ملحق رقم (١٠) و باستخدام المعامل " β " الذى حصلنا عليه فى بند (٣ : ٢) من العلاقة (6 - 2 : 3) ، وهو المعامل المحقق لـ « مبدأ النسبية » ، فإننا نكتبها على الصورة :

$$\nu = \nu' \beta \left(1 - \frac{v}{u'} \right) , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13 - 3)$$

$$\nu' = \nu \beta \left(1 + \frac{v}{u} \right) , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13 - 4)$$

و بضرب العلاقة (3- 13) فى العلاقة (4- 13) فإننا نحصل على :

$$\nu \; \nu' = \nu' \nu \beta^2 \left(1 - \frac{v}{u'} \right) \left(1 + \frac{v}{u} \right) , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13 - 5)$$

و باستخدام قيمة " β " فإن :

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(1 - \frac{v}{u'} + \frac{v}{u} - \frac{v^2}{uu'} \right) , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13 - 6)$$

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{v}{u'} - \frac{v}{u} + \frac{v^2}{uu'} , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13 - 7)$$

و بالضرب فى "$\frac{uu'}{v}$" فإن :

$$\frac{vuu'}{c^2} = u - u' + v , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13 - 8)$$

و منها فإن :

$$u' \left(1 + \frac{uv}{c^2} \right) = u + v , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13 - 9)$$

و منها فإن :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13 - 10)$$

و ها هو « قانون الجمع للسرعات » الشهير فى النسبية ، تم الحصول عليه من خلال علاقات « تأثير دوبلر » و هو يربط سرعة شعاع موجى (ليس شعاع طاقة أو شعاع ضوء) فى الهيكل [S] بسرعته فى الهيكل [S'] . و مما هو جدير بالذكر أن سرعة الشعاع الموجى فى اى هيكل تربطها العلاقة :

السـرعـة = التردد X طول الموجـة

و لا تمركز لقصور الطاقة فى هذه العلاقة ٠

* * *



ملحق رقم (١٤)

رياضيات المجال الكهرومغناطيسى بين هيكلى الرصد

فى البداية سنقوم بتقديم سريع موجز لتحويلات المجال الكهرومغناطيسى من منظور « النظرية النسبية الخاصة » ، أى من خلال « علاقات لورانتز التحويلية » ، و بعد ذلك سنقدم هذه التحويلات من منظور « نسبية جاليليو » ، أى من خلال « علاقات جاليليو التحويلية » ٠

فى هذا الملحق سوف يستبدل الراصدان [S] و [S'] هيكليهما بحيث يكون الراصد [S'] متحركا فى الاتجاه الموجب للمحور السينى للراصد [S] ، و مع بقاء كافة بنود الاتفاق الأخرى بينهما دون تغيير ، و غرضنا من ذلك الاحتفاظ بشكل و لغة الحوار الرياضى كما هو وارد فى كثير من المراجع المهتمة بهذا الموضوع ٠

إذا كان لدينا دالة ϕ فى الإحداثيات (x , t) و تم صياغتها بمعلومية الاحداثيات (x' , t') ، فحسب قواعد رياضيات المشتقة التفاضلية الجزئية فإن :

$$\frac{\partial \phi}{\partial x'} = \frac{\partial \phi}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial x'} + \frac{\partial \phi}{\partial t} \cdot \frac{\partial t}{\partial x'} \quad , \ldots\ldots \quad (14 - 1a)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial t'} = \frac{\partial \phi}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial t'} + \frac{\partial \phi}{\partial t} \cdot \frac{\partial t}{\partial t'} \quad , \ldots\ldots \quad (14 - 1b)$$

و تكتب « تحويلات لورانتز » على الصورة التالية :

$$x = \beta \, (x' + v t') \quad , \ldots\ldots \quad (14 - 2a)$$

$$t = \beta \, (t' + \frac{v}{c^2} x') \quad , \ldots\ldots \quad (14 - 2b)$$

حيث :

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

و من (2 - 14) نحصل على :

$$\frac{\partial x}{\partial x'} = \beta \quad , \ldots\ldots \quad . (14 - 3a)$$

$$\frac{\partial t}{\partial x'} = \frac{v}{c^2} \beta \quad , \ldots\ldots \quad (14 - 3b)$$

$$\frac{\partial t}{\partial t'} = \beta \quad , \ldots\ldots \quad (14 - 3c)$$

$$\frac{\partial x}{\partial t'} = v \beta \quad , \ldots\ldots \quad (14 - 3d)$$

و بالتعويض منها فى العلاقة (1 - 14) فإنها تكتب على الصورة :

$$(\frac{\partial}{\partial x'}) \phi = \beta \, (\frac{\partial}{\partial x} + \frac{v}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t}) \phi , \ldots\ldots \quad 14 - 4a)$$

$$(\frac{\partial}{\partial t'}) \phi = \beta \, (\frac{\partial}{\partial t} + v \cdot \frac{\partial}{\partial x}) \phi , \ldots\ldots \quad (14 - 4b)$$

لقد صاغ « لورانتز » العلاقات التحويلية لمركبات المجال الكهرومغناطيسى على الصورة التالية :

$$E_x = E'_x \quad ; \quad B_x = B'_x \ , \ .... \quad (14 - 5a)$$

$$E_y = \beta (E'_y + v B'_z) ; \quad B_y = \beta (B'_y - \frac{v}{c^2} E'_z) \ , \ ..... \quad (14 - 5b)$$

$$E_z = \beta (E'_z - v B'_y) \ ; \quad B_z = \beta (B'_z + \frac{v}{c^2} E'_y) \ , \ ... \quad (14 - 5c)$$

حيث فيها E هـى المركبات الكهربائية ، و B هـى المركبات المغناطيسـية ، و بحل هذه المعادلات فإننا نحصل على مركبات المجال فى الهيكل ['S] بدلالة المركبات فى الهيكل [S] ، و توضع على الصورة التالية :

$$E'_x = E_x ; \quad B'_x = B_x \ , \ .... \quad (14 - 6a)$$

$$E'_y = \beta (E_y - v B_z) ; \quad B'_y = \beta (B_y + \frac{v}{c^2} E_z) \ , \ .... \quad (14 - 6b)$$

$$E'_z = \beta (E_z + v B_y) \ ; \quad B'_z = \beta (B_z - \frac{v}{c^2} E_y) \ , \ ... \quad (14 - 6c)$$

و هى نفسها العلاقات التى نحصل عليها من العلاقات الأصلية (5 - 14) باستبدال " v " بـ" 'v " و تبديل مركبات الهيكلين [S] و ['S] ، و هذا هو عـين مبدأ النسـبية ، و بذلك فإن هذه العلاقات تحـقـق « مبدأ النسبية » أى خاضعة له .

لقد تم إثبات أنه إذا كانت معادلات ماكسويل للمجال الكهرومغناطيسى متحققة فى الهيكل ['S] فهى متحققـة فى الهيكل [S] و ذلك

باستخدام العلاقات التحويلية (6 - 14) ، مع العلاقات (4 - 14) المشتقة بناء على « تحويلات لورانتز » ، و يعبر عن هذه الحقيقة بالقول : إن معادلات ماكسويل للمجال الكهرومغناطيسى سيادية لا متغيرة تحت تأثير « تحويلات لورانتز » ، و إثبات ذلك هو محور كافة المراجع المهتمة بهذا الموضوع ، أما اهتمامنا فنصبه على موقف معادلات ماكسويل تحت تأثير « تحويلات جاليليو » التى تكتب على الصورة التالية :

$$x = x' + v t' \quad , \quad \ldots\ldots \quad (14 - 7a)$$

$$t = t' \quad , \quad \ldots\ldots \quad (14 - 7b)$$

و من « علاقات جاليليو التحويلية » هذه نحصل على :

$$\frac{\partial x}{\partial x'} = 1 \quad , \quad \ldots\ldots \quad (14 - 8a)$$

$$\frac{\partial t}{\partial x'} = 0 \quad , \quad \ldots\ldots \quad (14 - 8b)$$

$$\frac{\partial t}{\partial t'} = 1 \quad , \quad \ldots\ldots \quad (14 - 8c)$$

$$\frac{\partial x}{\partial t'} = v \quad , \quad \ldots\ldots \quad (14 - 8d)$$

و من الأهمية بمكان عقد المقارنة بين العلاقات (3 - 14) ، و العلاقات (8 - 14) ·

تكتب العلاقات (1 - 14) على أساس العلاقات (8 - 14) أى من منظور تحويلات جاليليو على الصورة التالية :

$$(\frac{\partial}{\partial x'})\ \phi = (\frac{\partial}{\partial x})\ \phi \ , \ \ldots\ldots \quad (14 - 9a)$$

$$(\frac{\partial}{\partial t'})\ \phi = (\frac{\partial}{\partial t} + v \cdot \frac{\partial}{\partial x})\ \phi \ , \ \ldots\ldots \quad (14 - 9b)$$

لنفرض أن المجـال الكهرومغناطيسى عند ['S] هو مجال استاتيكى فهذا معناه أن :

$$(\frac{\partial}{\partial t'}) = 0 \ , \ \ldots\ldots \quad (14 - 10)$$

و من (14 - 9b) فإن :

$$(\frac{\partial}{\partial t}) = (- v \cdot \frac{\partial}{\partial x}) \ , \ \ldots\ldots \quad (14 - 11)$$

نعود الآن إلى العـلاقات التحويليـة لمركبـات المجـال الكهـــرومغناطيسى ، و نلاحظ أن العلاقات (14 - 5b) خالية من معامل النسبية " β " ؛ فإذا رجعنا إلى التعريفـات الأولية للمجـال الكهربائى الاسـتاتيكى فإننا نجد أن تعريف شدة المجال " 'E " يعطى بالعلاقة :

$$E' = - (\text{grad } V')' \ ;$$

حيث يطلق على الدالة " 'V " : جهد المجال أو طاقة المجال ، و تحسب على أنها الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات الكهربية من « ما لا نهاية » حتى النقطة المعنية بالدراسة . إن هذه الدالة تحدد طاقة المجال : إنها تحدد قصوراً لأن الطاقة لها قصور و بذلك فإن انتقالنا إلى الهيكل [S] يستلزم معه تغيير فى

قصور هذه الطاقة ، و أن يكون لمعامل النسبية " β " تأثيره على مركبات هذا المجال ، فكيف لا يظهر هذا المعامل في المركبة السينية لتحويلات المجال ! ؟ . لذلك فإننا نقترح و نفرض وضع العلاقات التحويلية لمركبات المجال الكهرومغناطيسى على الصورة التالية :

$$E_x = \beta (E'_x + v B'_x) ; \qquad B_x = \beta \left(B'_x + \frac{v}{c^2} E'_x \right) , \quad \dots \quad (14 - 12a)$$

$$E_y = \beta (E'_y + v B'_z) ; \qquad B_y = \beta \left(B'_y - \frac{v}{c^2} E'_z \right) , \quad \dots \quad (14 - 12b)$$

$$E_z = \beta (E'_z - v B'_y) ; \qquad B_z = \beta \left(B'_z + \frac{v}{c^2} E'_y \right) , \quad .. \quad (14 - 12c)$$

من الواضح أنه يمكن حل هذه العلاقات لنحصل على مركبات المجال في الهيكل ['S] بدلالة مركبات المجال في الهيكل [S] لتكتب على الصورة :

$$E'_x = \beta (E_x - v B_x) ; \qquad B'_x = \beta \left(B_x - \frac{v}{c^2} E_x \right) , \quad ..... \quad (14 - 13a)$$

$$E'_y = \beta (E_y - v B_z) ; \qquad B'_y = \beta \left(B_y + \frac{v}{c^2} E_z \right) , \quad .... \quad (14 - 13b)$$

$$E'_z = \beta (E_z + v B_y) ; \qquad B'_z = \beta \left(B_z - \frac{v}{c^2} E_y \right) , \quad \dots \quad (14 - 13c)$$

إن حقيقة الوصول من العلاقات (12--14) إلى العلاقات (14-13) بواسطة استبدال " v " بـ " 'v – " مع تبديل مركبات الهيكلين لهو إثبات و دليل قاطع على خضوع هذه العلاقة لـ « مبدأ النسبية » ، بل هو مطلب رئيسى لهذا المبدأ . إن التعديل الذى أدخلناه على مركبة المجال الكهرومغناطيسى في اتجاه الحركة أثبت توافقه وتناغمه مع « مبدأ النسبية » و يبقى للطبيعة

كلمتها ، و مدى توافق و تطابق هذا التعديل معها ، و انتظارًا لكلمة الطبيعة في هذا الشأن ، فإننا سندفع بالموقف النظرى خطوة إلى الأمام ، و ذلك باختبار مدى سيادية معادلات المجال الكهرومغناطيسى لماكسويل تحت تأثير العلاقات التحويلية المقترحة المعطاة بالعلاقات (12 - 14) ، و (13 - 14) و تحت تأثير العلاقات (9 - 14) المبنية على تحويلات جاليليو ، وكذلك العلاقات : (10 - 14) ، و (11 - 14) .

فإذا بدأنا من المجال في الهيكل [S'] على أنه مجال كهرو ـ استاتيكى خالٍ من المغناطيسية ، فإن :

$$B'_x = B'_y = B'_z = 0 , \quad \text{............} \quad (14 - 14)$$

و على ذلك فمن العلاقات (13 - 14) فإن مركبات المجال المغناطيسى في الهيكل [S] هى :

$$B_x = \frac{v}{c^2} E_x , \quad \text{............} \quad (14 - 15a)$$

$$B_y = - \frac{v}{c^2} E_z , \quad \text{............} \quad (14 - 15b)$$

$$B_z = \frac{v}{c^2} E_y . \quad \text{............} \quad (14 - 15c)$$

و من الملاحظ أيضًا أن المركبات السينية للمجال الكهربائى في الهيكل [S'] تعطى بالعلاقة :

$$E'_x = \beta (E_x - vB_x) , \quad \text{............} \quad (14 - 16)$$

و بالتعويض من (15a - 14) فى (16 - 14) فإن :

$$E'_x = \beta (E_x - \frac{v^2}{c^2} E_x)$$

$$E'_x = \beta (1 - \frac{v^2}{c^2}) E_x$$

$$E_x = \beta \; E'_x \; , \quad \dots\dots \quad (14 - 17)$$

و فى هذه الحالة تكتب معادلات ماكسويل للمجال فى الهيكل الحر [S'] على الصورة الآتية :

$$(\text{div } E')' = 0 \; , \quad \dots\dots \quad (14 - 18a)$$

$$(\text{div } B')' = 0 \; , \quad \dots\dots \quad (14 - 18b)$$

$$(\text{curl } E')' = 0 \; , \quad \dots\dots \quad (14 - 18c)$$

$$(\text{curl } B')' = 0 \; , \quad \dots\dots \quad (14 - 18d)$$

فإذا بدأنا بالعلاقة (14 - 18a) :

$$(\text{div } E')' = 0$$

$$\frac{\partial E'_x}{\partial x'} + \frac{\partial E'_y}{\partial y'} + \frac{\partial E'_z}{\partial z'} = 0$$

و منها و باستخدام العلاقة (14 - 9a) **و** (14 - 13) **فإن** :

$$\frac{\partial}{\partial x} (E_x - vB_x) + \frac{\partial}{\partial y} (E_y - vB_z) + \frac{\partial}{\partial z} (E_z + vB_y) = 0$$

و منها فإن :

$$\frac{\partial}{\partial x}E_x + \frac{\partial}{\partial y}E_y + \frac{\partial}{\partial z}E_z - v\frac{\partial}{\partial x}B_x - v\left(\frac{\partial}{\partial y}B_z - \frac{\partial}{\partial z}B_y\right),$$

$$\text{div } E - v\frac{\partial}{\partial x}B_x - v(\text{curl } B)_x = 0,$$

و باستخدام العلاقة (11 - 14) فإن :

$$\text{div } E + \frac{\partial}{\partial t}B_x - v(\text{curl } B)_x = 0,$$

و باستخدام العلاقة (15a - 14) فإن :

$$\text{div } E + \frac{v}{c^2}\cdot\frac{\partial}{\partial t}E_x - v(\text{curl } B)_x = 0,$$

و على ذلك فإن :

$$\text{div } E + v\left\{\frac{1}{c^2}\cdot\frac{\partial}{\partial t}E_x - (\text{curl } B)_x\right\} = 0, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (14 - 19)$$

فإذا افترضنا أن :

$$\text{div } E = 0, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (14 - 20)$$

فإن :

$$\frac{1}{c^2}\frac{\partial}{\partial t}E_x - (\text{curl } B)_x = 0, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (14 - 21)$$

فإذا بدأنا بالعلاقة (18c - 14) :

$$(\text{curl } E')'_x = 0,$$

و منها و باستخدام العلاقة (14 - 9a) ، (14 - 13) فإن :

$$\frac{\partial}{\partial y'}E'_z - \frac{\partial}{\partial z'}E'_y = \frac{\partial}{\partial y}(E_z + vB_y) - \frac{\partial}{\partial z}(E_y - vB_z) =$$

$$\frac{\partial}{\partial y}E_z - \frac{\partial}{\partial z}E_y + v\frac{\partial}{\partial y}B_y + v\frac{\partial}{\partial z}B_z) = 0$$

$$(\text{curl } E)_x - v\frac{\partial}{\partial x}B_x + v(\text{div } B) = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 11) فإن :

$$\{(\text{curl } E)_x + \frac{\partial}{\partial t}B_x\} + v(\text{div } B) = 0, \quad \text{......................} \quad (14-22)$$

فإذا افترضنا أن :

$$\text{div } B = 0, \quad \text{......................} \quad (14-23)$$

فإن :

$$\frac{\partial}{\partial t}B_x + (\text{curl } E)_x = 0, \quad \text{......................} \quad (14-24)$$

فإذا بدأنا بالعلاقة :

$$(\text{curl } E')'_y = 0$$

و منها و باستخدام العلاقة (14 - 9a) و(14 - 13) فإن :

$$\frac{\partial}{\partial z}E_x - \frac{\partial}{\partial x}E_z - v\frac{\partial}{\partial z}B_x - v\frac{\partial}{\partial x}B_y = 0$$

$$(\text{curl } E)_y - v\frac{\partial}{\partial x}B_y - v\frac{\partial}{\partial z}B_x + v\frac{\partial}{\partial x}B_z - v\frac{\partial}{\partial x}B_z = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 11) فإن :

$$\left\{ (\text{curl } E)_y + \frac{\partial}{\partial t}B_y \right\} - v\left\{ (\text{Curl } B)_y - \frac{1}{c^2}\cdot\frac{\partial}{\partial t}E_y \right\} = 0$$

و منها فإن :

$$(\text{curl } E)_y + \frac{\partial}{\partial t}B_y = 0 \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14-25)$$

$$(\text{curl } B)_y - \frac{1}{c^2}\frac{\partial}{\partial t}E_y = 0 \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14-26)$$

فإذا بدأنا من العلاقة :

$$(\text{curl } E')'_z = 0$$

و باستخدام العلاقة (9a - 14) و (13 - 14) فإن :

$$\frac{\partial}{\partial x}(E_y - vB_z) - \frac{\partial}{\partial y}(E_x - vB_x) = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x}E_y - \frac{\partial}{\partial y}E_x - \frac{\partial}{\partial x}vB_z + v\frac{\partial}{\partial y}B_x = 0$$

$$(\text{curl } E)_z - v\frac{\partial}{\partial x}B_z + v\frac{\partial}{\partial y}B_x - v\frac{\partial}{\partial x}B_y + v\frac{\partial}{\partial x}B_y = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 11) فإن :

$$(\text{curl } E)_z + \frac{\partial}{\partial t}B_z - \left\{ v(\text{curl } B)_z - v\frac{\partial}{\partial x}B_y \right\} = 0$$

$$(\text{curl } E)_z + \frac{\partial}{\partial t}B_z - v\left\{ (\text{curl } B)_z + \frac{\partial}{\partial t}B_y \right\} = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 15b) فإن :

$$\{ (\text{curl } E)_z + \frac{\partial}{\partial t} B_z \} - \{ v (\text{curl } B)_z - \frac{v}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_z \} = 0$$

و على ذلك فإن :

$$(\text{curl } E)_z + \frac{\partial}{\partial t} B_z = 0 , \quad \ldots\ldots \quad (14 - 27)$$

$$(\text{curl } B)_z - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} E_z = 0 , \quad \ldots\ldots \quad (14 - 28)$$

العلاقات أرقام : (14 - 20) و (14 - 21) و (14 - 23) و (14 - 24) و (14 - 25) و (14 - 26) و (14 - 27) و (14 - 28) يمكن تجميعها في الصورة :

$$\text{div } E = 0 , \quad \ldots\ldots \quad (14 - 29a)$$

$$\text{div } B = 0 , \quad \ldots\ldots \quad (14 - 29b)$$

$$\text{curl } E = -\frac{\partial}{\partial t} B , \quad \ldots\ldots \quad (14 - 29c)$$

$$\text{curl } B = \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} E , \quad \ldots\ldots \quad (14 - 29d)$$

و هى عبارة عن معادلات ماكسويل للمجال فى الهيكل [S] .

بدأنا بمعادلات ماكسويل فى الهيكل ['S] فوصلنا إلى معادلات ماكسويل فى الهيكل [S] تحت تأثير العلاقات (13 - 14) و (9 - 14)

المبنية على علاقات جاليليو التحويلية ؛ فإذا بدأنا بمجال مغناطيسى استاتيكى فى الهيكل [S'] خال من الكهربائية فإن :

$$E'_x = E'_y = E'_z = 0$$

و على ذلك فمن العلاقات (13 - 14) ، فإن مركبات المجال المغناطيسى فى [S] هى :

$$E_x = vB_x \quad , \quad \text{(14 - 30a)}$$

$$E_y = vB_z \quad , \quad \text{(14 - 30b)}$$

$$E_z = -vB_y \quad , \quad \text{(14 - 30c)}$$

و من الملاحظ أيضاً أن المركبة السينية للمجال المغناطيسى فى الهيكل [S'] تعطى بالعلاقة :

$$B'_x = \beta \left(B_x - \frac{v^2}{c^2} B_x \right)$$

$$B'_x = \beta \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) B_x$$

و منها فإن :

$$B_x = \beta B'_x \quad , \quad \text{(14 - 31)}$$

فإذا بدأنا من العلاقة (14 - 18b) :

$$(\operatorname{div} B')' = 0$$

و منها و باستخدام العلاقة (14 - 9a) و العلاقة (14 - 13) فإن :

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(B_x - \frac{v}{c^2} E_x \right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(B_y + \frac{v}{c^2} E_z \right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(B_z - \frac{v}{c^2} E_y \right) = 0$$

$$\text{div } B - \frac{v}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial x} E_x + \frac{v}{c^2} (\text{curl } E)_x = 0$$

و باستخدام (14 - 11) فإن :

$$\text{div } B + \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_x + \frac{v}{c^2} (\text{curl } E)_x = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 30a) فإن :

$$\text{div } B + \frac{v}{c^2} \left\{ \frac{\partial}{\partial t} B_x + (\text{curl } E)_x \right\} = 0 \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14 - 32)$$

و منها فإن :

$$\text{div } B = 0 \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14 - 33)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} B_x + (\text{curl } E)_x = 0 \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14 - 34)$$

فإذا بدأنا بالعلاقة :

$$(\text{curl } B')'_x = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 9a) و (14 - 13) فإن :

$$\frac{\partial}{\partial y}\left(B_z - \frac{v}{c^2} E_y \right) - \frac{\partial}{\partial z}\left(B_y + \frac{v}{c^2} E_z \right)$$

$$(\text{curl } B)_x + \frac{v}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial x} E_x - \frac{v}{c^2} \text{div } E = 0$$

و باستخدام العلاقة (11 - 14) فإن :

$$(\text{curl } B)_x - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_x - \frac{v}{c^2} \text{div } E = 0 \quad , \quad \text{.....................} \quad (14 - 35)$$

أى :

$$\text{div } E = 0 \quad , \quad \text{..} \quad (14 - 36)$$

$$(\text{curl } B)_x - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} E_x = 0 \quad , \quad \text{...} \quad (14 - 37)$$

فإذا بدأنا بالعلاقة :

$$(\text{curl } B')'_y = 0$$

و باستخدام العلاقات (9a - 14) و (13 - 14) فإن :

$$\frac{\partial}{\partial z}\left(B_x - \frac{v}{c^2} E_x \right) - \frac{\partial}{\partial x}\left(B_z - \frac{v}{c^2} E_y \right) = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial z} B_x - \frac{\partial}{\partial x} B_z - \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial z} E_x + \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial x} E_y = 0$$

و باستخدام (11 - 14) فإن :

$$(\text{curl } B)_y - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_y - \frac{v}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial z} E_x = 0$$

$$\{(\text{curl } B)_y - \frac{1}{c^2}\cdot\frac{\partial}{\partial t}E_y\} - \frac{v}{c^2}\cdot\frac{\partial}{\partial z}E_x + \frac{v}{c^2}\frac{\partial}{\partial x}E_z - \frac{v}{c^2}\frac{\partial}{\partial x}E_z = 0$$

و باستخدام (14 - 30c) و (14 - 11) **فإن** :

$$\{(\text{curl } B)_y - \frac{1}{c^2}\cdot\frac{\partial}{\partial t}E_y\} - \frac{v}{c^2}\{(\text{curl } E)_y + \frac{\partial}{\partial t}B_y\} = 0 \text{ , ...(14-38)}$$

$$\{(\text{curl } B)_y - \frac{1}{c^2}\frac{\partial}{\partial t}E_y)\} = 0 \text{ , ... (14 - 39)}$$

$$\{(\text{curl } E)_y + \frac{\partial}{\partial t}B_y\} = 0 \text{ , ... (14 - 40)}$$

فإذا بدأنا بالعلاقة :

$$(\text{curl } B')'_z = 0$$

و باستخدام العلاقات (14 - 9a) و (14 - 13) **فإن** :

$$\frac{\partial}{\partial x}(B_y + \frac{v}{c^2}E_z) - \frac{\partial}{\partial y}(B_x - \frac{v}{c^2}E_x) = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x}B_y + \frac{v}{c^2}\frac{\partial}{\partial x}E_z - \frac{\partial}{\partial y}B_x + \frac{v}{c^2}\frac{\partial}{\partial y}E_y = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x}B_y - \frac{\partial}{\partial y}B_x + \frac{v}{c^2}\frac{\partial}{\partial x}E_z + \frac{v}{c^2}\frac{\partial}{\partial y}E_x - \frac{v}{c^2}\frac{\partial}{\partial x}E_y + \frac{v}{c^2}\frac{\partial}{\partial x}E_y = 0$$

$$\left\{ (\text{curl } B)_z - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_z \right\} - \frac{v}{c^2} (\text{curl } E)_z - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_y = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 30b) فإن :

$$\left\{ (\text{curl } B)_z - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_z \right\} - \frac{v}{c^2} \left\{ (\text{curl } E)_z + \frac{\partial}{\partial t} B_z \right\} = 0$$

و منها فإن فإن :

$$\left\{ (\text{curl } B)_z - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_z \right\} = 0 \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14 - 42)$$

$$\left\{ (\text{curl } E)_z + \frac{\partial}{\partial t} B_z \right\} = 0 \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14 - 43)$$

العلاقات أرقام (14 - 33) و (14 - 34) و (14 - 36) و (14 - 37) و (14 - 39) و (14 - 40) و (14 - 42) و (14 - 43) يمكن تجميعهم في :

$$\text{div } B = 0 \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14 - 44a)$$

$$\text{div } E = 0 \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14 - 44b)$$

$$\text{curl } E + \frac{\partial}{\partial t} B = 0 \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14 - 44c)$$

$$\text{curl } B - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} E = 0 \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14 - 44d)$$

وهى عبارة عن معادلات ماكسويل للمجال فى الهيكل [S] .

لقد بدأنا من معادلات ماكسويل فى الهيكل ['S] فوصلنا إلى معادلات ماكســويل فى الهيكل [S] ، وكان ذلك تحت تأثيـر العلاقات (13 - 14) و (9 - 14) المبنية على « علاقات جاليليو التحويلية » ٠

لقد تم استنباط هذه العلاقات فى الفراغ الحر الخالى من أى شحنة كهربائية ، و سنقوم الآن بفرض أن المنطقة المعنية بالدراسة تحتوى على شحنة كهربائية ذات كثافة " ρ' " مقاسة و ساكنة فى الهيكل ['S] فحسب معادلات ماكسويل فإن :

$$(\operatorname{div} D')' = \rho' ;$$

و باستعمال العلاقة :

$$D = \varepsilon E$$

فإن العلاقة السابقة توضع على الصورة :

$$(\operatorname{div} E')' = \frac{\rho'}{\varepsilon}$$

$$\frac{\partial}{\partial x'} E'x + \frac{\partial}{\partial y'} E'y + \frac{\partial}{\partial z'} E'z = \frac{\rho'}{\varepsilon}$$

و باستخدام العلاقات (9a - 14) و (13 - 14) فإن :

$$\operatorname{div} E - v \frac{\partial}{\partial x} Bx - v (\operatorname{curl} B)x = \frac{\rho'}{\varepsilon \beta} , \quad \dots\dots\dots\dots\dots \quad (14 - 45)$$

و باستخدام العلاقة (11 - 14) فإن :

$$\operatorname{div} E + \frac{\partial}{\partial t} Bx - v (\operatorname{curl} B)x = \frac{\rho'}{\varepsilon \beta}$$

و باستخدام العلاقة (15 - 14) فإن :

$$\operatorname{div} E + \frac{v}{c^2}\frac{\partial}{\partial t}E_x - v\,(\operatorname{curl} B)_x = \frac{\rho'}{\varepsilon\,\beta} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14 - 46)$$

و منها و باستعمال العلاقة : " $B = \mu H$ " فإن :

$$\operatorname{div} D + \frac{v}{c^2}\frac{\partial}{\partial t}D_x - v\mu\varepsilon\,(\operatorname{curl} H)_x = \frac{\rho'}{\beta}$$

و باستعمال العلاقة :

$$c^2 = \frac{1}{\mu\varepsilon}$$

فإن :

$$\operatorname{div} D + \frac{v}{c^2}\left\{\frac{\partial}{\partial t}D_x - (\operatorname{curl} H)_x\right\} = \frac{\rho'}{\beta} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14 - 47)$$

و باعتبار معادلات ماكسويل فى حالة وجود شحنة كهربائية نجد العلاقة :

$$(\operatorname{curl} H)_x = J_x + \dot{D}_x \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14 - 48)$$

و بالتعويض بـ (48 - 14) فى (47 - 14) فإن :

$$\operatorname{div} D - \frac{v}{c^2}J_x = \frac{\rho'}{\beta}$$

و باستخدام العلاقة : " $J_x = \rho v$ " مع العلاقة " $\operatorname{div} D = \rho$ " فإن :

$$\rho - \frac{v^2}{c^2}\rho = \frac{\rho'}{\beta}$$

و منها فإن :

$$\rho \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) = \frac{\rho'}{\beta}$$

و منها نجد أن :

$$\rho = \beta \rho'$$

أى :

$$\rho = \frac{\rho'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

و هى العلاقة الشهيرة فى « النظرية النسبية الخاصة » ، و لقد تم الحصول عليها بأعتبار العلاقات (13 - 14) , (9 - 14) المبنية على « تحويلات جاليليو » ٠

* * *

ملحق رقم (١٥)

شرط سـيادية معادلة الموجة لـ « شرودينجر »

ذات البعد الواحد للجسيم الحر تحت تأثير « تحويلات جاليليو »

تكتب « تحويلات جاليليو » على الصورة التالية :-

$$x = x' + vt' \quad , \qquad (15 - 1)$$

$$t = t' \quad , \qquad (15 - 2)$$

و منها فإن :

$$\frac{\partial x}{\partial t} = v \quad , \qquad (15 - 3a)$$

$$\frac{\partial t}{\partial t} = 1 \quad , \qquad (15 - 3b)$$

$$\frac{\partial t}{\partial x'} = 0 \quad , \qquad (15 - 3c)$$

$$\frac{\partial x}{\partial x'} = 1 \quad , \qquad (15 - 3d)$$

توضع دالـة الموجة على الصورة :

$$\psi'(x', t') = f(x, t)\ \psi(x, t) \quad , \qquad (15 - 4)$$

و للاختصار توضع على الصورة :

$$\psi' = f\psi \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15-5)$$

و منها فإن :

$$\frac{\partial\psi'}{\partial t'} = \frac{\partial}{\partial x}(f\psi)\cdot\frac{\partial x}{\partial t'} + \frac{\partial}{\partial t}(f\psi)\cdot\frac{\partial t}{\partial t'}$$

و التعويض فيها من (15 - 3a) و (15 - 3b) فإن :

$$\frac{\partial\psi'}{\partial t'} = v\,\frac{\partial}{\partial x}(f\psi) + \frac{\partial}{\partial t}(f\psi)$$

و منها فإ ن :

$$\frac{\partial\psi'}{\partial t'} = vf\frac{\partial\psi}{\partial x} + v\psi\frac{\partial f}{\partial x} + f\frac{\partial\psi}{\partial t} + \psi\frac{\partial f}{\partial t} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots \quad (15-6)$$

و من (15 - 5) فإن :

$$\frac{\partial\psi'}{\partial x'} = \frac{\partial}{\partial x}(f\psi)\cdot\frac{\partial x}{\partial x'} + \frac{\partial}{\partial t}(f\psi)\cdot\frac{\partial t}{\partial x'}$$

و من (15 - 3c) و (15 - 3 d) فإن :

$$\frac{\partial\psi'}{\partial x'} = \frac{\partial}{\partial x}(\psi) + f\frac{\partial\psi}{\partial t} + \psi\frac{\partial f}{\partial x'} \quad , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15-7)$$

و منها فإن :

$$\frac{\partial^2 \psi'}{\partial x'^2} = f\frac{\partial^2}{\partial x^2}\psi + \frac{\partial}{\partial x}\psi \cdot \frac{\partial}{\partial x}f + \psi\frac{\partial^2}{\partial x^2}f + \frac{\partial}{\partial x}f \cdot \frac{\partial}{\partial x}\psi \quad , \ldots\ldots \quad (15 - 8)$$

و بكتابة معادلة الموجة لـــ « شرودينجر » :

$$i\ h\ \frac{\partial \psi}{\partial t'} + \frac{h^2}{2m}\ \frac{\partial^2 \psi}{\partial x'^2} = 0\ , \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15 - 9)$$

و بالتعويض فيها من (15 - 6) **و** (15 - 8)) **فإن** :

$$\frac{\partial \psi}{\partial x}\left(ih\nu f + \frac{h^2}{2m}\ \frac{\partial}{\partial x}f\right) + \frac{\partial}{\partial x}f\left(ih\psi\nu + \frac{h^2}{2m}\ \frac{\partial}{\partial x}\psi\right) = 0$$

و من الواضح أن :

$$f,\ \psi, \frac{\partial f}{\partial x}\ \ \&\ \ \frac{\partial \psi}{\partial x} \ne 0$$

و بذلك فإن الشرط يكتب على الصورة :

$$i\ h\nu\psi = -\frac{h^2}{2m}\cdot\frac{\partial \psi}{\partial x}$$

* * *



ترجمـة لمصطلحات استخدمت فى هذا الكتاب

Absolute (Dominate) .... سـيادى (مطلق) (مسيطر)
Absolute zero ....الصفر المطلق
Active.. فعـال (فاعلية)
Addition of velocities.. جمع السرعات
Aether.. الإثير
Aphelion.. الأوج
Constancy of velocity of light...................... ثبات سرعة الضوء
Covariant... لامتغيـر
Causality... السببيـة
Doppler effect...تأثيـر دوبلـر
Dual partice-wave-like charater............الطبيعة الازدواجية للمـادة
Ecluidian geometery....................................... الهندسة الإقليدية
Energy propagation...انتشـار الطاقـة
Equivalance.. تـكافـؤ
Frame of reference... هيكل رصـد
Frequency... تـردد
Galilian transformation................................. تحـويلات جاليليو
Geodesic line.................................... الخط السـمتى (الجيوديسـى)
Geometrical point... نقطة هندسـية
Inertia.. قـصـور
Inertial system of reference..................... مجموعة رصد قاصـرة
Inertial frame.. هيكل قاصـر
Imaginary quantity... كمية تخيليـة
Lorentz transformation................................... تحـويلات لورانتـز
Momentuum... كمية الحركـة

Material point.. نقطة ماديـة
Passive.. (غير فعال (لافاعليـة
Partical... جسـيم
Perihelion... الحضيض الشمسـى
Principale... مبـدأ : حقيقة
Quantum mechanics.. ميكانيكا الكـم
Relativity... النسبيـة
Riemannian geometry .... هندسـة ريمونيـة
Simultanity... الآنيـــة
Special theory of relativity........................ النظرية النسبيـة الخاصـة
Space - Time continuum..................... متصـل « الفراغ ـ الزمن »
Space - Time and Gravitation.............. الفراغ ـ الزمن و الجاذبيـة
Tensor...(الرابـط (الممتد
Time dilatation.. اطالـة (تباطؤ) الزمن
Transversal doppler effect............................ تأثير دوبلـر العرضـى
Uncertainty principale.. مبـدأ اللايقيـن
Wave equation function........................... دالـة معادلـة الموجـة

اسـماء وردت فى هذا الكتاب

DE BROGLIE	دي برولي
DOPPLER	دوبلـر
ECLUIDS	إقليدس
EINSTIEN.	آينشتين
FARADAY	فارادای
GALILIO	جاليليو
HEISENBERG	هيزنبيرج
HERTZ	هرتـز
LEONARD SCHIFF	ليونارد شيف
LORENTZ	لورانتـز
Max BORN	ماكس بورن
MAXWELL	ماكسويل
MICHELSON	ميكلسون
MORELY	مـورلـى
NEWTON	نيـوتـن
PLANCK	بـلانـك
POINCARE'	پوانكـاريه
POINTING	پوينتنـج
RIEMANN..	ريمون (ريمان)
STOCKS	ستوكس
SCHRODINGER	شرودينجر
V. FOCK	فوك
YOUNG	ينـج

مراجـع

RELATIVITY
THE SPECIAL AND THE GENERAL THEORY
A. EINSTIEN

SIDELHGHTS ON RELATIVITY
A. EINSTIEN

UNDERSTANDING
Einstein's Theories of Relativity
Stan GIBILISCO

Introduction to Special Relativity
Herman SCHWARTZ

Introduction to the Theory of Relativity
Peter Gabriel BERGMANN

EINSTIEN'S THEORY OF RELATIVITY
Max BORN

A HISTORY OF
THE THEORIES OF AETHER AND ELECTRICITY
Volumes I & II
Edmund WHITTAKER.

QUANTUM MECHANICS
Leonard SCHIFF

THE ABSOLUTE DIFFERENTIAL CALCULAS
(calculus of Tensors)
Tullio LEVI-CIVITA

Theory of " SPACE - TIME and GRAVITATION "
V. FOCK

Electromagnetic waves and radiation
Edward JORDAN & Keith BALMAIN

Thermodynamics
Ernst SHMIDT

رقم الإيداع

٩٤/٨٧٢٠

تاريخ ١١/٩/١٩٩٤

I. S. B. N.

977 – 5191 – 22 – X.

دار الإيمــان

للطبع و النشر و التوزيع

١٧ شارع خليل الخياط ـ مصطفي كامل

إسكندرية ت. و فاكس : ٥٤٥٧٧٦٩